Н.И. Щепетков

Световой дизайн города

Архитектура-С

Н.И. Щепетков

СВЕТОВОЙ ДИЗАЙН ГОРОДА

Допущено учебно-методическим объединением по специальности «Дизайн архитектурной среды» в качестве учебного пособия для студентов архитектурных и дизайнерских специальностей

Москва • «Архитектура-С» • 2006

УДК 72
ББК 85.11
Щ 73

Посвящается светлой памяти моих учителей — Ф.Ф. Лебедева и профессоров МАрхИ Н.М. Гусева и В.Г. Макаревича

Щепетков Н.И.

Щ 73 Световой дизайн города/Щепетков Н.И.: Учеб. пособие — М.: Архитектура-С, 2006. — 320 с.: ил.

ISBN 5-9647-0103-5

Изложены основы теории светового дизайна города как нового, творчески перспективного направления профессиональной деятельности. Предложена методология архитектурно-дизайнерского проектирования при решении светопланировочных и образно-художественных задач с целью формирования комфортной, экологичной и эстетически полноценной визуальной среды ночного города, рассмотрены исторический и современный опыт светового урбанизма и архитектурного освещения, специфика зрительного восприятия и принципы построения светового образа городских объектов.

Для студентов, аспирантов и преподавателей архитектурных, дизайнерских и светотехнических специальностей, слушателей светодизайнерских курсов.

ББК 85.11

ISBN 5-9647-0103-5

© Архитектура-С, 2006
© Щепетков Н.И., 2006

ПРЕДИСЛОВИЕ

Учебное пособие по световому дизайну города выходит у нас впервые. Ему предшествовала замечательная книга Н.М. Гусева и В.Г. Макаревича «Световая архитектура» (1973), полная надежд на развитие нового направления профессиональной творческой деятельности. Однако за три десятилетия световая архитектура, к сожалению, так и не получила полноценные права гражданства среди зодчих. На наш взгляд, эта консервативная позиция не на пользу универсальной и уважаемой профессии, зато представители новой, динамично развивающейся профессии «дизайнер» с большой заинтересованностью воспринимают идеи использования многообещающего созидательного потенциала света в формировании жизненной среды. Это отражается, в частности, в политике творческого Союза дизайнеров РФ (президент — проф. Ю.В. Назаров), выделяющего световой дизайн как самостоятельную номинацию на проводимых выставках, форумах, семинарах, конкурсах и поддерживающего учебные заведения, готовящие специалистов-дизайнеров. По представлению СД России коллективу архитекторов и светотехников (среди них — автор пособия) в 1997 году была присуждена Государственная премия РФ в области искусства за архитектурное освещение Москвы.

Трансформация «световой архитектуры» в «световой дизайн» происходит вполне безболезненно, как прошло, например, «отпочкование» и преобразование ряда традиционно архитектурных жанров деятельности в дизайнерские в предшествующий исторический период. Это не значит, что между двумя родственными специальностями «мосты сожжены»: оба термина по желанию и по нюансам их содержания могут продолжать использоваться. «Световой дизайн» на сегодня понимается как проектирование ***искусственной*** световой среды, а «световая архитектура» подразумевает более широкое и фундаментальное взаимодействие света — ***естественного*** (небо и Солнце) и ***искусственного*** (электрические источники) — с архитектурной формой. Образно говоря, традиционно архитектура как таковая всегда рождалась под диктатом природного, Божеского света, которому зодчие уделяли большее или меньшее внимание, а сегодня она должна создаваться с равноправным участием «прометеева», рукотворного и управляемого Человеком освещения, проектируемого светодизайнерами.

Настоящее пособие выходит в серии учебников по специальности 2902 «Дизайн архитектурной среды» по инициативе заведующего кафедрой МАрхИ проф. А.В. Ефимова на основе материалов докторской диссертации автора «Формирование световой среды вечернего города» (2004). Пособие рассчитано также и на студентов специальности 2902 «Архитектура».

Для обеспечения возможности самостоятельного, более углубленного ознакомления студентов с вопросами светового дизайна города содержание учебного пособия изложено шире программ учебных курсов по дизайну архитектурной среды (учебник «Дизайн архитектурной среды» под ред. А.В. Ефимова, 2004) и по архитектурной светологии в части архитектурного освещения города (учебник «Архитектурная физика» под ред. Н.В. Оболенского, 1997). Углублению знаний в этой области может способствовать и знакомство с книгами и журналами, приведенными в списке литературы в конце книги. С творческими работами автора в области светового дизайна города можно ознакомиться на сайте WWW.MASTERSVETA-9.ru.

Считаю своим приятным долгом выразить благодарность коллективу мастерской архитектурного освещения (ГУП «Моспроект-3») — архитекторам А.Г. Хаджину, А.В. Титовой, О.В. Кортевой, Л.Г. Харисовой, А.Г. Батовой, Н.А. Автомоновой, Д.Н. Щепеткову и аспирантам МАрхИ В.Н. Володину и И.Н. Щепеткову за помощь в подготовке к изданию настоящего пособия, а доценту кафедры «Архитектурная физика» МАрхИ И.В. Мигалиной — за консультации по архитектурному цветоведению.

Возможно, некоторые термины и формулировки, приведенные в данном пособии, покажутся спорными и потребуют уточнений, о чем не раз упоминалось и в тексте. Поэтому все замечания и рекомендации автор примет с благодарностью (107031, Москва, ул. Рождественка, 11, МАрхИ, кафедра «Дизайн архитектурной среды» или «Архитектурная физика», e-mail: shchepetkov@mastersveta.ru).

ВВЕДЕНИЕ

Жизнь современного города невозможна без искусственного освещения. Свободное время большинства жителей, их передвижение, общение и отдых приходятся на вечер, а для ряда профессий и рабочее время в городских пространствах совпадает с темным временем суток, которое тем продолжительнее в осенне-зимний период, чем дальше от экватора расположен город.

Существующее сегодня в любом городе мира электрическое освещение является обязательным элементом его инженерно-технических инфраструктур. Оно, в большинстве случаев, сложилось спонтанно, в процессе эволюции городского коммунального хозяйства и деятельности энергетических служб. В теории и практике градостроительства наружное освещение во всех его видах было включено в раздел инженерного оборудования городских территорий. Это обстоятельство сыграло решающую роль в многолетнем игнорировании, недооценке в своей проектной практике большинством зодчих всей планеты эстетики наружного освещения, его богатейших возможностей и созидательного потенциала в художественной интерпретации и гуманизации создаваемой жизненной среды в городах и населенных пунктах, традиционно проектируемой и рассчитываемой архитекторами и дизайнерами на условия ее зрительного восприятия и оценки лишь в дневное время. В теории градостроительства и архитектуры до сих пор не существует четко обозначенной проблемы формирования искусственной световой среды города как профессиональной и относительно автономной творческой задачи, как самостоятельного раздела любого проекта, нет и методологии ее решения. Определенный интерес к этой динамично развивающейся в последние годы области творческой деятельности проявляет теория и творческая методология новой профессии — дизайн архитектурной среды.

Процессу признания и профессионального интереса к проблеме искусственного света в архитектуре специалистами проектно-творческих профессий исторически способствовали эффектные реализации электрического освещения достопримечательных объектов во многих городах мира на протяжении ста лет, на различных международных выставках и в природном ландшафте. В создании этих решений освещения в предшествующие десятилетия главную авторскую роль играли инженеры-светотехники, а архитекторы нередко были лишь в роли концептуальных консультантов, экспертов или чиновников, нередко консервативных и не вполне компетентных, согласующих предлагаемые решения. Эти феноменальные светотехнические реализации всегда привлекали интерес широкой общественности к новым возможностям совершенствования и новым, формируемым освещением, стандартам окружающей среды. Эти возможности, стандарты и ожидания неуклонно растут в связи с прогрессом в области светотехники и повышением жизненного уровня людей. Для профессии архитектора и дизайнера созрела объективная и настоятельная потребность **овладения искусством освещения не как экзотической, второстепенной, инженерной задачей, а как одной из многоплановых и перспективных «зодческих» и «дизайнерских» проблем**, которая должна решаться в процессе проектирования города, его фрагментов и большинства объектов в нем наряду и в комплексе с традиционными задачами создания градостроительной, архитектурной и дизайнерской формы. Архитектура и жизненная среда должны создаваться не только для жизни и их восприятия днем (это лишь одно визуальное состояние окружающего мира), но и ночью, и выглядеть при этом не простым повторением дневной (что в экстерьере и невозможно), а имея свои характерные образно-эмоциональные качества. Это следует считать вторым зрительным состоянием и архитектурным образом городской (равно как и интерьерной) среды. От триады Витрувия, определяющей свойства дневной архитектуры как «польза, прочность, красота», для ночной,

или «световой», архитектуры остаются лишь польза и красота — от потери одного элемента значение оставшихся двух лишь усиливается.

Актуальная потребность в профессиональном решении вопросов формирования визуально полноценной и в дневное, и в вечернее время городской среды связана с пятью объективными обстоятельствами:

• эстетические качества архитектуры и окружающей среды оцениваются, главным образом, по зрительным впечатлениям, возможным лишь при наличии освещения;

• зрительное восприятие архитектурной и дизайнерский формы во всех ее категориях (пространство, объем, пластика, цвет) зависит не только от ее особенностей, но и от качества ее освещения, а в темноте — в решающей мере именно от него;

• в последние годы в Москве, в городах России и всего мира наблюдается бурная «цепная реакция» — освещается все большее количество объектов (не только памятников архитектуры и искусства, как раньше), идет своеобразное соревнование на масштаб, лучший образец или стиль освещения. В массе своей освещение объектов носит пока «штучный» характер с вытекающими отсюда последствиями спонтанности, поскольку отсутствует общедоступная теоретическая база «светового урбанизма», не сформулированы общепризнанные требования к созданию световых ансамблей, не развит профессиональный терминологический и светокомпозиционный «словарь», недостает специалистов в этой области. Осознание необходимости решения в России этих вопросов зафиксировано многими выступлениями главных архитекторов, художников, дизайнеров городов на научных и творческих форумах. Рынок строящихся жилых, офисных и общественных зданий в Москве свидетельствует, что удачно освещенные снаружи объекты продаются более успешно, чем традиционно не освещаемые. Многие крупные строительные компании начали освещать здания уже в процессе строительства, что дает несомненный коммерческий эффект;

• высокое качество освещения социально и экономически рентабельно. Оно может быть достигнуто лишь комплексным решением всех взаимодействующих в городском пространстве систем освещения. Установлено, что при качественном освещении сокращается количество ДТП, особенно с тяжелым исходом; увеличивается скорость движения транспорта; снижаются уличная преступность и вандализм; повышается экологическая безопасность (меньше зрительных стрессов, вызванных визуальным хаосом и дискомфортной яркостью, недостатком световых ориентиров и информации, сокращается выброс газов автомобилями за счет уменьшения их простоев и увеличения пропускной способности дорог и т.д.); растут доходы от вечернего туризма; происходит оживление экономической жизни (развитие светотехнической отрасли, продажа ее продукции, рост занятости в сфере обслуживания); увеличиваются отчисления в бюджет города от дополнительного товарооборота и расширения объемов и качества услуг в освещаемых и благоустроенных зонах; экономится время на передвижение в городе; улучшается визуальный комфорт и психологическая атмосфера, что опосредованно положительно влияет на здоровье и работоспособность жителей; повышается социальный престиж города и его властей, в чем большую роль играют СМИ и печатная изопродукция, видео- и кинофильмы с эффектными видами освещенных ансамблей и достопримечательных объектов;

• искусственный свет становится все более емким и мобильным носителем информации, без которой немыслим прогресс человеческой цивилизации в новом столетии и, тем более, тысячелетии. Информационно-световые медиа-технологии уже активно влияют на архитектуру и на создаваемую среду и со временем это влияние будет усиливаться, поэтому они должны уже сегодня учитываться при разработке градостроительных и средовых проектов.

Потребность в профессиональном решении вопросов светового дизайна города обусловила содержание учебного пособия по четырем основным составляющим — концептуально-теоретической разработке вопросов формирования искусственной световой среды города; методологии решения проектных задач в области световой урбанистики; светообъемного проектирования и дизайна осветительных систем; подготовке специалистов в области архитектурно-светового проектирования.

История развития искусственного освещения городов насчитывает не одно столетие. В ней можно выделить два этапа — длительная эра доэлектрического освещения и освещение электрическими лампами, которым немногим более века. Это история, в основном, эмпирического опыта. Она стала базой возникновения науки об искус-

ственном освещении города, которая до сих пор относительно неразвита и фрагментарна.

Анализ имеющихся данных показывает, что появление электрического освещения изменило ночной облик, масштаб и психологическую атмосферу в городах. Кроме изначального назначения искусственного света — освещать пространства улиц и площадей для безопасности передвижения и охраны владений — у электрических источников света появились новые функции — художественное освещение фасадов достопримечательных и репрезентативных объектов и световая информация и реклама. Это было связано с открывшейся возможностью получения ранее немыслимых по мощности регулируемых потоков электрического света, перераспределять и концентрировать их, передавая в нужном направлении. Промышленность начинает выпускать все более широкий ассортимент осветительных изделий различного дизайна, заполнивших городские пространства в качестве малых форм — вечером светящих, а днем визуально более или менее значимых.

В наружном освещении некоторых объектов и в световой рекламе уже в конце XIX—начале XX столетия эстетическая функция электрического света становится доминирующей. Первые проекты архитектурного освещения изобиловали изображениями прожекторных лучей и световых эффектов, которые по тем временам были скорее желаемыми, иллюзорными, нежели реально достижимыми. Международные выставки особенно широко и по максимуму «эксплуатировали» выразительные качества света ламп Яблочкова и Лодыгина—Эдисона. Складывалось понимание искусственного освещения как **самостоятельного элемента или раздела архитектуры, а света — как архитектурного материала и средства художественной выразительности. Родились совершенно новые понятия — «архитектурное освещение» и «световая архитектура»**.

Происходившая поэтапно в течение века модернизация средств освещения и смена одних типов источников света на новые, более эффективные (тепловых на разрядные, которые, совершенствуясь, поэтапно заменялись новыми поколениями, а сейчас уже вытесняются светодиодными) в установках уличного и архитектурного освещения вызывалась, в основном, технико-экономическими причинами и приводила каждый раз к очевидному результату: в городе повышались уровни освещения, расширялись освещаемые площади — он становился светлее и комфортнее, изменялся и усложнялся его ночной колорит — от монохромного тепло-белого света при лампах накаливания во всех городских зонах в первой половине XX века к разноспектральному освещению в различных его зонах при нескольких одновременно применяемых типах разрядных ламп во второй половине века. Укрупнялся и дифференцировался масштаб городских ансамблей, поскольку диапазон осветительных установок расширялся от однотипных и маломощных уличных фонарей начала века до широкой современной палитры прожекторов, светильников разной мощности в разнообразных системах освещения, заливающих светом микро-, мезо- и макропространства, разнообразные по площади участки территории и фасадные поверхности объектов. Тем самым постоянно трансформировались архитектурно-световой облик города и психологическая атмосфера вечерней городской среды — электрическое освещение стало ее самым управляемым, мобильным и эффективным элементом, отражающим социальные изменения в обществе, его эстетические предпочтения и технический прогресс. Современная архитектура все более ассоциировалась с понятием «архитектура света» [26]. Однако в большинстве городов мира до 80-х годов XX века господствовало традиционное функциональное уличное освещение, а архитектурное освещение объектов носило скорее исключительный характер. Как отмечал в 50-е годы прошлого века видный немецкий светотехник В. Келер, в архитектуре это свидетельствовало о робости зодчих «перед величием задач, выдвинутых возможностью использования новых технических достижений». Французский светодизайнер Р. Нарбони в 1990-е годы писал, что для повышения эстетической роли освещения в городе нужно было преодолеть в 70-е годы банальные догмы сугубо инженерного к нему отношения и последствия энергетического кризиса [67].

Этот краткий ретроспективный анализ показывает, что практика городского освещения следует за развитием светотехники, но недостаточно эффективно формирует заказ на тот тип продукции, который требуется для формирования необходимых, в том числе эстетических качеств световой среды, за которые ответственны градостроители, архитекторы и дизайнеры. Отчасти поэтому ряд технических новинок, имевших определенные преимущества перед другими, не получил дальнейшего использования в освещении города, а другие новинки долго не выходят за рамки экспе-

риментальных или экзотических средств, чаще применяемых в авангардных направлениях синтетических искусств, работающих со светом (светомузыка, рок-эстрада, световые шоу и спектакли «Звук и Свет» и т.п.), или в световой рекламе, хотя известны уже несколько десятилетий (светодиоды, электролюминесцентные панели, голограммы, световоды, световые проекции, светоцветодинамическое освещение, лазерная светографика, «искусственные луны» и др.).

Более фундаментальной причиной зависимости городского освещения от арсенала светотехники является теоретическая необеспеченность и практическая невостребованность данной проблемы внутри архитектурной профессии. Это отражается, во-первых, в бытующей терминологии: архитектурное освещение именуют «световым оформлением», «дополнительным декорированием световых ансамблей», «художественной подсветкой» и т.п., что иллюстрирует малозначительный, третьестепенный, необязательный характер проблемы, а уличное освещение считается утилитарно-техническим, не стоящим внимания зодчих.

Во-вторых, в трудах по градостроительству и эстетике города, теории композиции и дизайна, основам архитектурного формообразования и художественному языку зодчества, написанных в «электрическую» эпоху — даже в последние десятилетия, — практически отсутствуют упоминания о вечерней среде и световом образе ночного города и его объектов как заслуживающих профессионального внимания архитектурно-композиционных проблемах.

В исследованиях по психологии зрительного восприятия вообще и архитектуры в частности, по цветовому зрению, цветоведению и колористике города визуальная оценка городской среды при искусственном освещении также обычно не производится, а этих знаний остро недостает в научно-проектной работе.

Фундаментальные теоретические работы архитекторов в области освещения города весьма редки. Лишь в последние годы в связи с ростом общественного интереса к этой проблеме стали появляться монографии и специализированные журналы, популяризирующие достижения архитектурного освещения.

Содержательной базой исследований, лежащих в основе настоящего пособия, послужили работы в вышеуказанных отраслях знаний, а также отечественный и международный опыты наружного архитектурного освещения, в котором участвовали многие известные зодчие и дизайнеры.

Наиболее традиционная и объемная часть наружного художественного освещения связана во всем мире с памятниками архитектуры, монументального искусства, уникальными и репрезентативными зданиями и сооружениями, с достопримечательными элементами ландшафта, хотя там роль архитекторов не была в большинстве случаев авторской и творчески конструктивной. Отчасти поэтому долгое время господствовало и сейчас еще существует убеждение, что вечерний образ освещаемых объектов должен как можно более соответствовать дневному, что выражается в доминировании приема заливающего прожекторного освещения фасадов с распределением яркостей, напоминающим солнечный день. Под эту идеологию до недавнего времени, в основном, разрабатывались и осветительные приборы.

Особой областью использования искусственного света в городской среде является «световое искусство» в разных его вариациях («кинетизм», «люминизм», «светомузыка», спектакли «Звук и Свет»), украшавших город с 1960-х годов (Н. Шеффер, П. Робер-Уден, В. Вазарели, В.Ф. Колейчук, Б.М. Галеев, А.А. Абрамян, Ж.-М. Жарр, М. Ричмен, Г. Хоф, Х. Ямагато) и органично входивших в круг мультимедийных искусств, синтезирующихся в «архитектуре Прометея».

Другое направление в наружном освещении городов или их коммерческих районов — это световая реклама, которая заслуживает специального исследования и отражена в данной книге в минимальной степени. Ее считают течением поп-арта в дизайне рекламы. В послевоенный период световая реклама создала на Западе обеспокоившую общество проблему визуального хаоса, с которой в развитых странах, в основном, удалось с помощью регламентирующих мер справиться в 60—70-е годы XX века. Конструкции светорекламных установок на фасадах и крышах зданий практически игнорируют или зрительно уничтожают архитектуру, создавая характерный, «царапающий» глаз свето-цвето-динамический рисунок и формируя тем самым особый образный мир, в котором используются различные знаковые, текстовые, орнаментальные и изобразительные элементы и эффекты оп-арта. Широко применяемые в них газосветные лампы породили особое направление в освещении, называемое «неоновое искусство». В ряде исследований (П. Гейтс,

К.В. Томсен [70]) подобные установки рассматриваются как часть электронных медиа-средств, динамично завоевывающих жизненное пространство, «атакующих» методологическую базу традиционной архитектуры и диктующих ей «свою нематериальную цветовую поэзию света». В результате архитектура становится все более «думающей», «разумной», эмоциональной, реагирующей на воздействия природной среды и человека. Эти тенденции ведут к «медиаархитектуре» с новыми концепциями пространства и времени. К. Маак (германская фирма *ERCO*) рассматривает свет как четвертое измерение архитектуры.

В последние десятилетия известные архитекторы ряда западных стран (Н. Фостер, Р. Роджерс, Ж. Нувель, Б. Чуми, К. де Портзампарк, Ф. Гери, Р. Мейер, Т. Ито, Т. Андо) создают оригинальные световые образы своих сооружений в содружестве со специалистами новой рождающейся профессии — светодизайнерами (*lighting designer*), или светохудожниками (*lighting artist*), как их называют в англоязычных странах, или световыми концептуалистами (*concepteur lumiere*), именуемыми так во Франции. Интересы светодизайнеров, продиктованные требованиями практики, уже вышли за традиционные пределы фасадов отдельных объектов в городское пространство. Термин «световая архитектура» (*l'architecture lumiere*) дополнился «световым урбанизмом» (*l'urbanisme lumiere*). Сбываются прогнозы, данные Ле Корбюзье в 1930-х годах, о том, что «освещение городов превратится однажды в целое направление нового искусства, где архитектура, живопись и электротехника предложат миру невиданные прежде шедевры», и что «освещение... приведет к новым выводам в области архитектуры и планировки». Во Франции и других странах выполняются и реализуются концептуальные светопланировочные и светокомпозиционные работы разного масштаба — от светопроекта целого города до отдельного ансамбля, — рассчитанные на различную по срокам перспективу. Светодизайнеры Франции, США, Японии, Англии и других стран, а в последние годы и в России, используя новейшие технологии, находят нетрадиционные подходы в освещении городского пространства и новые приемы построения светового образа объектов. Ставятся вопросы о создании определенного стиля освещения и, в связи с масштабностью и социально-эстетической значимостью этих задач, о «культуре света» (С. Таржетти), или «световой культуре» (аналогично «музыкальной и художественной культуре»), как важной составляющей понятия «качество жизни» (В. Тиель). Эта культура основывается на сотрудничестве архитектуры с новыми технологиями, где электронно-световые медиа занимают все более значимое место.

Таким образом, в развитых странах Запада и в России определяется новая сфера профессиональной деятельности, где архитектор (дизайнер) должен быть компетентным творцом или сотворцом при решении освещения в дизайнерских, архитектурных и градостроительных проектах. Схема его работы с инженером-светотехником преследует главную цель — **создание выразительного архитектурно-светового образа каждого освещаемого объекта и положительного эмоционального потенциала каждого участка городской среды в вечернее время** — и аналогична «классической» схеме сотрудничества зодчего и конструктора в традиционной (материально-пространственной) архитектуре. При этом важно, чтобы осветительные системы проектировались в процессе разработки архитектурно-дизайнерских и планировочных проектов, а не после их завершения, активно влияя на выбор материально-пластических форм и элементов благоустройства территорий. Сегодня практика такого совместного, взаимовлияющего творческого проектирования все еще редка, но следующим этапом развития этой области, могущей дать ощутимые качественные результаты, должно быть участие светотехника и светодизайнера в каждом архитектурно-дизайнерском проекте с начальных стадий его разработки.

В данном пособии автором предпринята попытка рассмотреть проблему светового дизайна города во всем комплексе основных ее составляющих в макро-, мезо- и микромасштабе окружения человека, по всей «вертикали» научно-творческих проблем — от светодизайна города до дизайна светильника — и из преимущественно инженерной трансформировать ее в архитектурно-урбанистическую и светодизайнерскую, рассматриваемую как **новая ветвь профессиональной деятельности зодчих и дизайнеров по формированию вечерней визуальной среды города**. Эта рукотворная среда прогнозируема и управляема по всем своим световым параметрам, самоценна, автономна, обладает определенной зрительной и художественной спецификой и эволюционирует на осно-

ве научно-технического прогресса в светотехнике, растущих социальных запросов и возможностей общества, творческого развития композиционных идей и приемов в урбанистике, архитектуре, дизайне, сценическом и изобразительном искусстве и новых данных науки о зрительном восприятии.

Учебное пособие должно в определенной мере заполнить пустующую «нишу» на стыке архитектурной, дизайнерской и светотехнической наук и, используя их теории, методики и практический опыт, обеспечить единую теоретическую и методологическую базу для новой специализации или профессии, уже появившейся в ряде развитых стран, — профессии светодизайнера.

Практическое использование света как явления, воспринимаемого и оцениваемого главным образом глазом, приводит к необходимости установления единиц измерения как для самого света, так и для создаваемой им освещенности в пространстве, на земле и на поверхностях объектов, формирующих городскую среду. Эти единицы образуют две шкалы величин — объективных и субъективных. Объективные (физические, действительные, фотометрические) величины определяются с помощью свето- и цветоизмерительных приборов, субъективные устанавливаются в процессе психофизиологических исследований статистическими методами и шкалируются, как правило, пороговыми значениями зрительных ощущений по каждой из функций зрения. Полученные таким образом объективизированные результаты психофизиологических экспериментов характеризуют так называемый «нормальный» (среднестатистический) глаз, от которого реальный глаз любого конкретного человека может отличаться в большей или меньшей степени по тем или иным параметрам — по остроте зрения или цветовосприятию, по способности видеть в темноте, оценивать расстояния в глубину пространства или фиксировать основные координатные направления (вертикаль и горизонталь) и т.д. В частности, поэтому оценки одного и того же архитектурного или природного объекта в определенных ситуациях освещения, даваемые разными людьми даже при одновременном восприятии в одинаковых условиях наблюдения, нередко существенно различаются.

Еще в большей степени эти оценки зависят от того, видел человек данный объект в натуре или судит о нем по изображениям (что нередко бывает в научных работах и публикациях) — по фотографиям, видео-, теле- или киносъемкам, т.е. по печатной, пусть даже высококачественной, цветной, но двухмерной, плоскостной продукции. Даже стереоизображения являются по существу иллюзорной трехмерной имитацией реальной среды. Относительная недостоверность изображений объясняется несколькими причинами. Во-первых, диапазон передаваемых на бумаге или экране яркостей (а иногда и цветовых оттенков) значительно сокращается по сравнению с диапазоном яркостей объектов, неба и других источников света, существующих в натуре, особенно в ночном городе. Кроме того, изображения ретушируются в процессе подготовки их к печати для получения «презентационного» качества, что еще более может исказить объективную картину. Во-вторых, зрительный эффект при рассматривании любого объекта зависит от условий освещения глаза, т.е. от уровня яркости адаптации поля зрения, который не всегда сопоставим при наблюдении объекта в натуре и при его изображении в других условиях. В-третьих, плоскостное изображение, статичное (фото) или динамичное (видео, кино), не обладает реальной глубинностью, а восприятие глубины — третьего измерения пространства — является ощущением синестезическим, в нем в условиях городской среды участвуют практически все органы чувств. Поэтому глубина пространства трактуется как важнейшее качество архитектурно-световой композиции.

Для достоверной оценки, пусть субъективной, но полноценной, нужно видеть конкретный объект в реальной ситуации. Это обстоятельство должно служить стимулом для архитекторов и светодизайнеров больше смотреть и изучать освещенные по их проектам или по проектам других авторов объекты различного масштаба и жанра в разных ситуациях, городах, странах. Следующим шагом должны быть фотометрические измерения, чтобы непосредственные зрительные впечатления, зафиксированные фотографиями, получили объективную количественную оценку в виде яркостей и освещенностей объектов городской среды и городского светопространства. Не менее полезным для приобретения профессионального опыта и мастерства является процесс натурного светомоделирования, когда предварительные проектные плоскостные изображения, пусть фрагментарно, приобретают пространственную и светоцветовую реальность, осязаемость и рельефность на конкретной архитектурной форме.

Глава 1.
СВЕТ, ЗРЕНИЕ И НОЧНАЯ СРЕДА ГОРОДА

Практическое использование света как явления, воспринимаемого и оцениваемого главным образом глазом, приводит к необходимости установления единиц измерения как для самого света, так и для создаваемой им освещенности в пространстве, на земле и на поверхностях объектов, формирующих городскую среду. Эти единицы образуют две шкалы величин — объективных и субъективных. Объективные (физические, действительные, фотометрические) величины определяются с помощью свето- и цветоизмерительных приборов, субъективные устанавливаются в процессе психофизиологических исследований статистическими методами и шкалируются, как правило, пороговыми значениями зрительных ощущений по каждой из функций зрения. Полученные таким образом объективизированные результаты психофизиологических экспериментов характеризуют так называемый «нормальный» (среднестатистический) глаз, от которого реальный глаз любого конкретного человека может отличаться в большей или меньшей степени по тем или иным параметрам — по остроте зрения или цветовосприятию, по способности видеть в темноте, оценивать расстояния в глубину пространства или фиксировать основные координатные направления (вертикаль и горизонталь) и т.д. В частности, поэтому оценки одного и того же архитектурного или природного объекта в определенных ситуациях освещения, даваемые разными людьми даже при одновременном восприятии в одинаковых условиях наблюдения, нередко существенно различаются.

Еще в большей степени эти оценки зависят от того, видел человек данный объект в натуре или судит о нем по изображениям (что нередко бывает в научных работах и публикациях) — по фотографиям, видео-, теле- или киносъемкам, т.е. по печатной, пусть даже высококачественной, цветной, но двухмерной, плоскостной продукции. Даже стереоизображения являются по существу иллюзорной трехмерной имитацией реальной среды. Относительная недостоверность изображений объясняется несколькими причинами. Во-первых, диапазон передаваемых на бумаге или экране яркостей (а иногда и цветовых оттенков) значительно сокращается по сравнению с диапазоном яркостей объектов, неба и других источников света, существующих в натуре, особенно в ночном городе. Кроме того, изображения ретушируются в процессе подготовки их к печати для получения «презентационного» качества, что еще более может исказить объективную картину. Во-вторых, зрительный эффект при рассматривании любого объекта зависит от условий освещения глаза, т.е. от уровня яркости адаптации поля зрения, который не всегда сопоставим при наблюдении объекта в натуре и при его изображении в других условиях. В-третьих, плоскостное изображение, статичное (фото) или динамичное (видео, кино), не обладает реальной глубинностью, а восприятие глубины — третьего измерения пространства — является ощущением синестезическим, в нем в условиях городской среды участвуют практически все органы чувств. Поэтому глубина пространства трактуется как важнейшее качество архитектурно-световой композиции.

Для достоверной оценки, пусть субъективной, но полноценной, нужно видеть конкретный объект в реальной ситуации. Это обстоятельство должно служить стимулом для архитекторов и светодизайнеров больше смотреть и изучать освещенные по их проектам или по проектам других авторов объекты различного масштаба и жанра в разных ситуациях, городах, странах. Следующим шагом должны быть фотометрические измерения, чтобы непосредственные зрительные впечатления, зафиксированные фотографиями, получили объективную количественную оценку в виде яркостей и освещенностей объектов городской среды и городского светопространства. Не менее полезным для приобретения профессионального опыта и мастерства является процесс

натурного светомоделирования, когда предварительные проектные плоскостные изображения, пусть фрагментарно, приобретают пространственную и светоцветовую реальность, осязаемость и рельефность на конкретной архитектурной форме.

1.1. Основные понятия светологии

Всякое тело, обладающее температурой выше абсолютного нуля, излучает в окружающую среду энергию, называемую лучистой и измеряемую в джоулях (Дж).

Излучение (радиация) является одной из форм существования материи в виде электромагнитного поля. Мощность излучения определяется лучистым потоком и измеряется в ваттах (Вт). Излучение, характеризуемое спектром излучения, по своему составу может быть монохроматическим (однородным, одной длины волны) или сложным, т.е. состоящим из совокупности разных монохроматических излучений. Источники излучения могут иметь сплошной, полосатый, линейчатый спектр или спектр, имеющий сплошную и линейчатую составляющие (*см.* Словарь терминов).

Изученный сегодня электромагнитный спектр занимает очень широкую область: в него входят колебания с длиной волн λ от 10^{-12} м до 10^{6} м (*рис. 1.1*). Излучения, воспринимаемые человеческим глазом, называются **видимыми (или световыми)**. Они имеют длины волн монохроматических составляющих в пределах 380–780 нм* (упрощенно – 400–700 нм) и входят в **оптическую область спектра**, включающую также **ультрафиолетовое (УФ)** и **инфракрасное (ИК)** излучения. Внутри каждой области есть свои подразделения: УФ-А (λ 315–400 нм), УФ-В (λ 280–315 нм), УФ-С (λ 100–280 нм); ИК-А (λ 780–1400 нм), ИК-В (λ 1400–3000 нм), ИК-С (λ 3000–10^6 нм).

В **видимой области** глаз различает разные цвета, именуемые, обычно, семью (в некоторых странах – шестью) основными «цветами радуги», расположенными в определенной последовательности в соответствии с изменением длин волн хроматических излучений («**к**аждый **о**хотник **ж**елает **з**нать, **г**де **с**идит **ф**азан» – красный, оранжевый, желтый, зеленый, голубой, синий, фиолетовый). Это явление, наблюдаемое в природе, связано с разложением сложного излучения со сплошным спектром, каким является солнечный свет, в результате преломления под разными углами в дождевых каплях хроматических излучений с разной длиной волны, из которых состоит белый свет. Его исследовал еще в 1666 году И. Ньютон, осуществивший с помощью стеклянной призмы пространственное «расщепление» белого солнечного света на семь основных (первичных, простых) цветов, границы между которыми весьма нечетки, поскольку в этих пограничных зонах можно различить еще до 150 переходных цветовых оттенков. Существует предание, что Ньютон, создавая цветовой круг с целью научной систематизации, выделил поначалу пять основных цветов (красный, желтый, зеленый, голубой, фиолетовый), затем добавил еще оранжевый и индиго, обозначающий синий, поскольку в английском языке нет цвета «синий», а есть *dark(navy)blue* – темно-голубой. Считается, что две причины лежа-

* Нанометр (миллимикрон) = 10^{-6} мм.

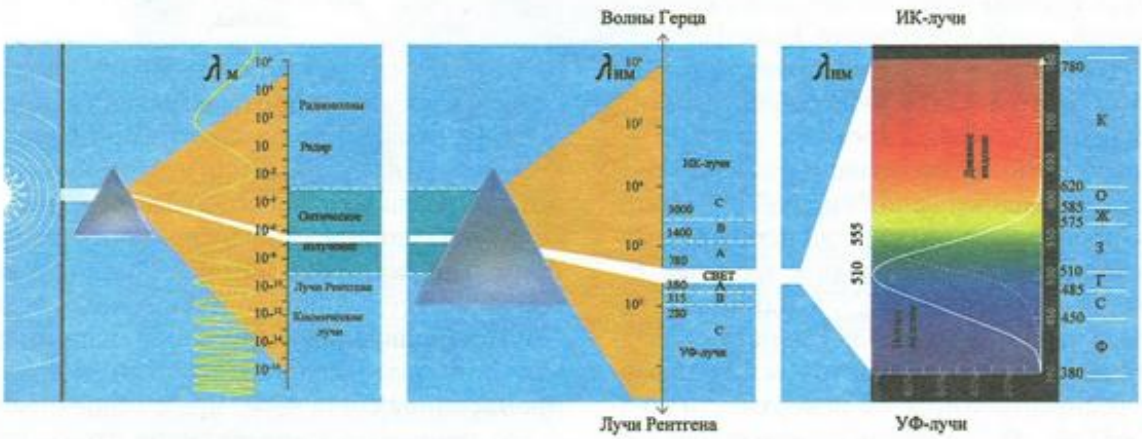


Рис. 1.1. Спектр электромагнитных излучений

ли в основе введения седьмого цвета: сенсорная, ассоциативная аналогия с семью ступенями октавы (на ней основано искусство светомузыки) и магия числа семь в средневековой метафизике, из которой выросла наука XVII века.

Тем не менее, другие ученые основными считают шесть цветов (Гете, Рунге и др.), на основе которых осуществляется удобная систематизация цветов и их сочетаний в форме двухмерного цветового круга или трехмерного цветового тела.

Мощность видимого (светового) излучения оценивается **световым потоком *Ф***, измеряемым в люменах (лм) — *рис. 1*. Поскольку применяемые на практике источники света, в том числе точечные источники искусственного света в осветительных приборах, распределяют световой поток в пространстве неравномерно, для оценки их светового действия пользуются понятием **силы света *I***, оцениваемой в канделах (кд).

Сила света точечного источника — пространственная плотность светового потока в пределах определенного телесного угла, формируемого осветительным прибором — характеризуется и определенным направлением световых лучей в пространстве. Характеристики силы света источников и осветительных приборов удобно изображать графически в системе пространственных полярных координат, центр которых совмещен с центром источника света. Под соответствующими углами α на радиусах-векторах, проведенных от центра, откладываются в масштабе отрезки, пропорциональные силе света в данном направлении. Концы векторов образуют замкнутую поверхность, называемую **фотометрическим телом**. Сечение фотометрического тела плоскостью, проходящей через начало координат и точечный источник, определяет **кривую силы света (КСС)** источника или осветительного прибора для данной плоскости сечения. Если фотометрическое тело имеет ось симметрии, источник света или осветительный прибор характеризуется КСС в продольной плоскости.

Световой поток Φ, падающий на некоторую поверхность S, распределяется по ней и характеризуется поверхностной плотностью, называемой **освещенностью *E***. Ее среднее значение $E_{ср}$ определяется отношением $\Phi_{пад}/S$. Единица освещенности — люкс (лк), это освещенность, создаваемая падающим световым потоком в 1 лм, равномерно распределенным на поверхности площадью 1 м^2 (*рис. 1*). Об освещенности около 1 лк можно судить по следующим примерам: в полнолуние горизонтальная освещенность составляет 0,2 лк, а в белые петербургские ночи — 2–3 лк.

Освещенность поверхности от точечного источника света подчиняется **закону квадрата расстояния**:

$$E = \frac{I\cos\alpha}{d^2} \text{ лк},$$

где I — сила света в направлении освещаемой (расчетной) точки P на поверхности, кд; d — расстояние от источника до расчетной точки, м; α — угол между направлением I и нормалью к освещаемой поверхности в точке P, град.

В соответствии с этим законом освещенность поверхности, удаляющейся от точечного источника света, прогрессивно снижается (*рис. 2*).

Для поверхностей, излучающих свет (светящий потолок, например), аналогично понятию освещенности вводится понятие **светимости *M***, под которой понимают поверхностную плотность излучаемого светового потока:

$$M = \Phi_{изл}/S \text{ лм/м}^2.$$

Все вышеприведенные фотометрические величины в реальной световой среде не оцениваются сколько-нибудь точно глазом — они могут быть определены лишь светоизмерительными приборами. Объективная характеристика, на которую непосредственно реагирует глаз, — **яркость *L*** отражающих или излучающих свет элементов. Яркость представляет собой поверхностную плотность силы света в заданном направлении, которая определяется отношением силы света I в направлении α к площади проекции излучающей поверхности S на плоскость, перпендикулярную этому направлению:

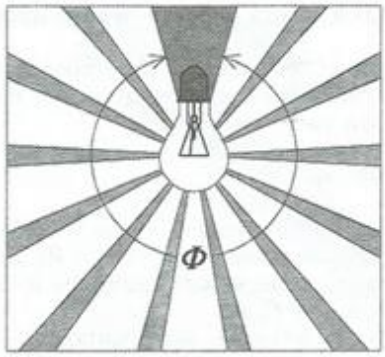
$$L\alpha = \frac{I\alpha}{S\cos\alpha} \text{ кд/м}^2.$$

В общем случае яркость видимой поверхности, излучающей свет или отражающей падающий на нее свет, может быть различна. По характеру распределения отраженных или излучаемых световых потоков различают три основные вида (*рис. 3*):

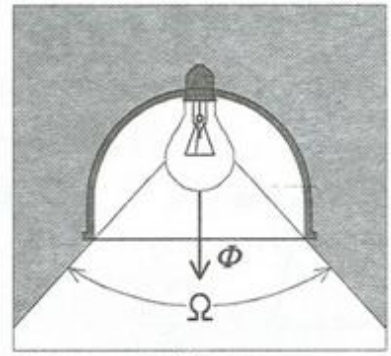
а) **рассеянное (диффузное)** отражение, например, окрашенных матовой краской стен, снегом или пропускание света «молочным» стеклом;

б) **направленное** отражение, например, зеркал или полированных пластин металла или ***пропускание*** света через прозрачное стекло;

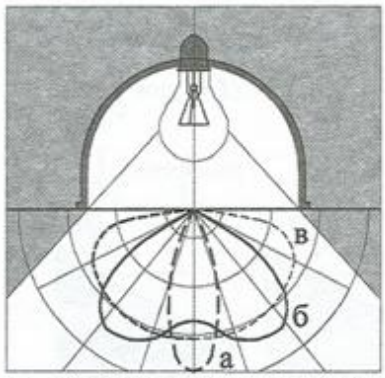
в) **направленно-рассеянное** отражение или пропускание, например, отражение окрашенных



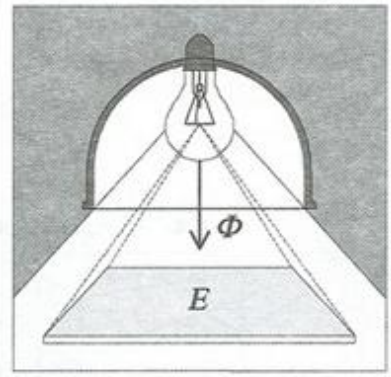
Световой поток Φ, лм.



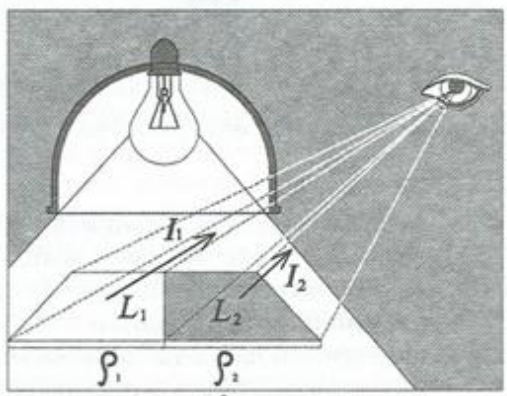
Сила света I кд
характеризует мощность светового потока Φ лампы в телесном угле
I=1кд при Φ=1лм и Ω =1стер.



Кривые силы света (КСС)
(ОП симметричного светорас - пределения)
а– узкого;
б– среднего;
в– широкого



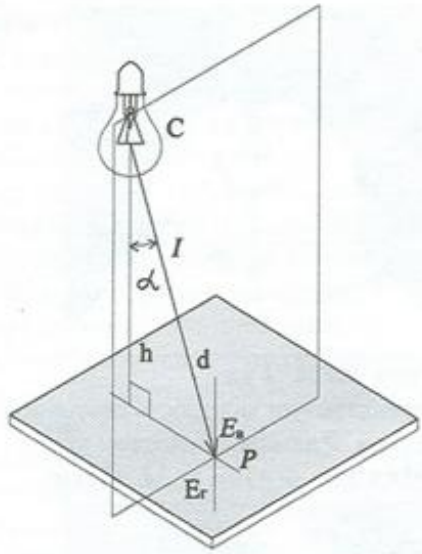
Освещенность E лк
характеризует плотность светового потока Φ на освещаемой площади S
E = 1лк при Φ=1лм и S=1м^2



Яркость L, кд/м^2, определяется отношением силы света I к площади проекции излучающей поверхности S на плоскость, перпендекулярную направлению излучения: $L_1 > L_2$, при E - constant и $\rho_1 > \rho_2$

Рис. 1. Основные фотометрические единицы*

* Сквозная порядковая нумерация иллюстраций учебного пособия дана для черно-белых рисунков (*рис. 1–50*)



Точечный метод расчета освещенности

Величина освещенности, создаваемой точечным источником света *C*, определяется по формуле (закон квадрата расстояния):

$E = I/d^2$, лк,

где: I — интенсивность света в выбранном направлении (прямая линия между *C* и *P*), кд;
d — расстояние между выбранной точкой *P* и световым центром *C*, м.
Однако величины освещенности, определяемые с использованием вышеупомянутой формулы, относятся к нормальной плоскости, проходящей через точку *P*, перпендекулярно линии *CP*. На практике величины горизонтальной освещенности ($E_г$) и вертикальной освещенности ($E_в$) в точке *P* определяются по формулам:

$E_г = (I/d^2)\cos\alpha = (I/h^2)\cos^3\alpha$;

$E_в = (I/d^2)\sin\alpha = (I/h^2)\cos^3\alpha \cdot \sin\alpha$.

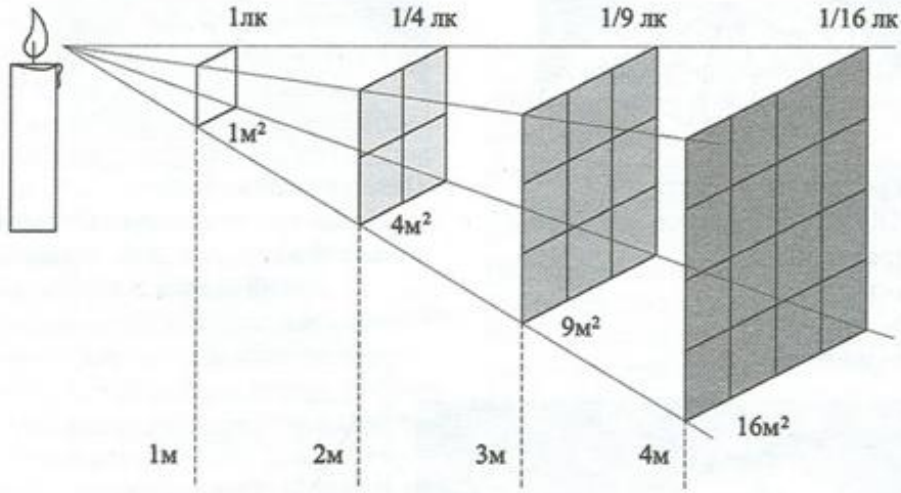


Рис. 2. Зависимость освещенности, создаваемой точечным источником, от расстояния и угла падения света

масляной краской стен или пропускание света матированным стеклом.

Между яркостью и освещенностью диффузно отражающей свет (равнояркой) поверхности существует простая зависимость (закон Ламберта):

$$L = \frac{E\rho}{\pi}.$$

Для светорассеивающих материалов («молочное» стекло):

$$L = \frac{E\tau}{\pi},$$

где ρ и τ — коэффициенты, соответственно, отражения и светопропускания материалов поверхности, а E — ее освещенность в лк.

Все изложенное выше об отражении и пропускании света относится к монохроматическим излучениям или к так называемым серым (ахроматическим) телам, отражающим и пропускающим излучения всех длин волн в равной степени. Большинство же реальных тел, имеющих разную окраску, отражает и пропускает свет селективно, т.е. их коэффициенты отражения и пропускания зависят от длины волны. Иными словами, **воспринимаемый цвет любого тела определяется спектральным составом падающего на**

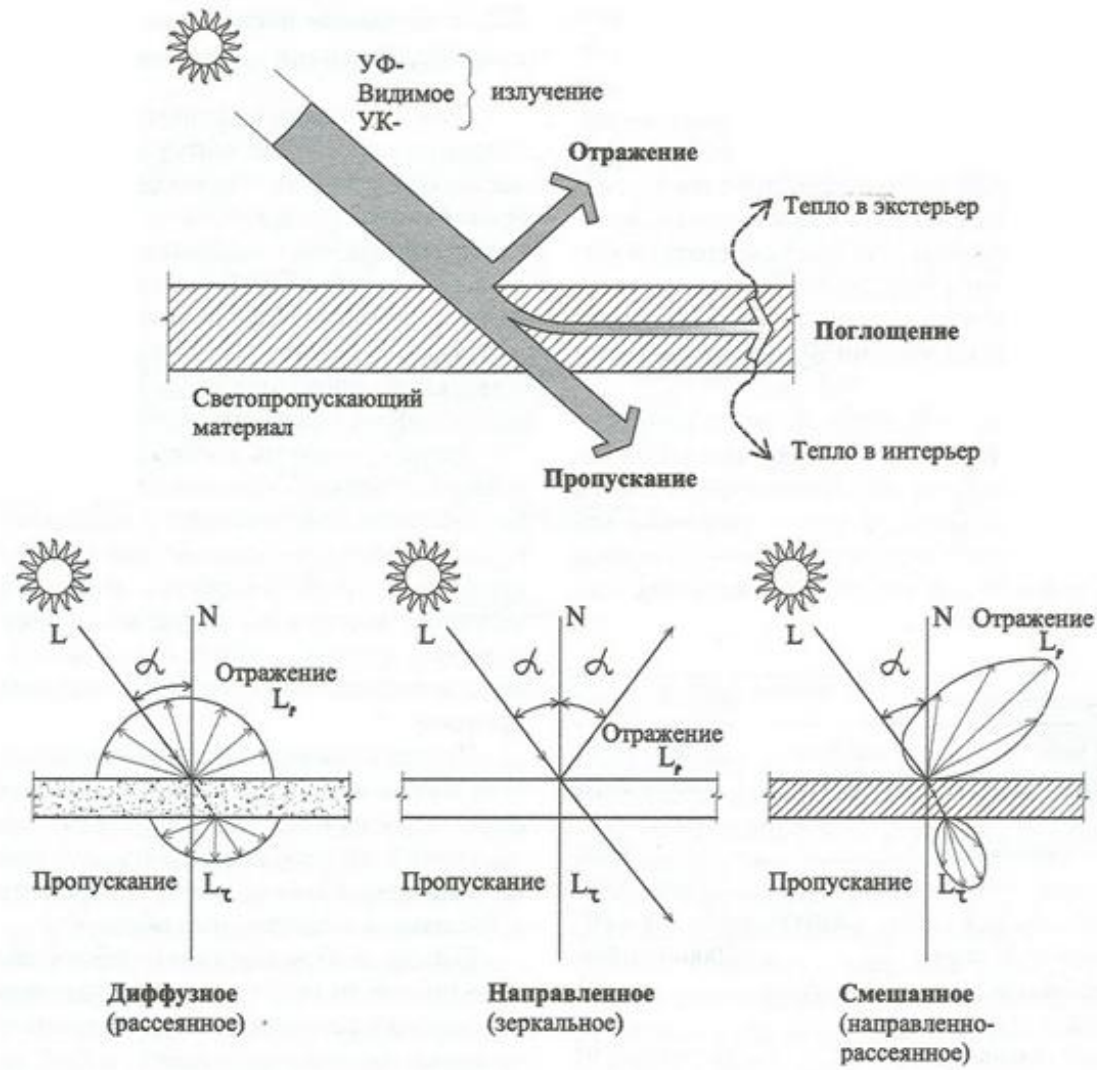


Рис. 3. Схемы распределения яркости L_ρ при отражении и L_τ пропускании света материалом

него света и зависимостью спектрального коэффициента отражения (или пропускания) этого тела от длины волны излучения.

Объективной количественной характеристикой цвета является фотометрическая яркость, которая может быть определена светоизмерительным прибором. Уровень зрительного ощущения, производимого яркостью, называют светлотой. Светлота — субъективная характеристика яркости, измеряемая в порогах зрительных ощущений, зависящая от условий наблюдения (от яркостной и цветовой адаптации глаза) и от цветовых параметров и отражательных характеристик фасадов наблюдаемого объекта. При сопоставлении разноцветных поверхностей нередко обнаруживается расхождение между их объективной (измеренной) яркостью и производимым зрительным ощущением (светлотой). Например, если зеленая и красная поверхности при определенной освещенности кажутся равносветлыми, их фотометрические яркости могут отличаться в несколько раз. Или, если хроматические поверхности обладают одинаковой объективной яркостью, более насыщенные цвета кажутся относительно светлее. Для обозначения понятия «светлота» (воспринимаемая яркость) применительно к хроматическим объектам И.В. Мигалиной и Н.В. Оболенским предложен термин **«цветовая яркость»** — уровень зрительного ощущения, производимого фотометрической яркостью этих объектов в заданных условиях наблюдения в зависимости от их цветности (*см. 1.3*).

В условиях сумеречного зрения (при малых уровнях яркости адаптации) излучения различ-

ного спектрального состава, одинаковые по яркости для дневного зрения, будут казаться разнояркими (эффект Пуркине), например, голубое будет ярче красного. В этих условиях используется понятие **эквивалентной яркости** (по предложению А.А. Гершуна). Излучение какого-либо спектрального состава, равносветлое с «опорным» (излучение абсолютно черного тела при температуре затвердевания платины 2042 К), будет иметь одинаковую с ним эквивалентную яркость, хотя стандартные яркости излучений будут различными [39].

Диапазон яркостей, попадающих в поле зрения человека в течение суток, чрезвычайно велик. Днем наиболее ярким элементом является светящий диск Солнца, ночью — точечные источники электрического света. Ниже приведены значения яркости для некоторых светящих элементов [34].

Светящий элемент	Яркость, кд/м^2
Облачное небо в зените в полдень	7000—8000
Ясное небо в зените в полдень	2500—4000
Солнце в зените	$1{,}5 \cdot 10^9$
Луна при полнолунии	2500
Пламя стеариновой свечи	5000—7500
Лампы накаливания (220В, 100Вт)	$(0{,}5—15) \cdot 10^6$
Люминесцентные лампы	5000—10 000
Натриевые лампы низкого давления	10^5
Лампы ДРЛ и ДРИ в светорассеивающей колбе	$10^5 — 1{,}5 \cdot 10^5$
Ксеноновые лампы	$1{,}5 \cdot 10^6 — 1{,}8 \cdot 10^9$

Глаз приспосабливается почти к любой освещенности так быстро и хорошо, что мы никогда не ощущаем полностью, как велики различия в яркости объектов вокруг нас. В одном и том же пейзаже отношение яркостей объектов, освещенных солнцем и небом днем или лунной ночью, в среднем, не превышает 50:1, однако в абсолютных величинах освещенность при переходе от солнечного дня к лунной ночи меняется очень сильно: при солнечном свете все освещение в целом в 500 000 раз больше, чем при лунном свете. Совершенно черный объект при свете Солнца в 10 000 раз ярче белой бумаги при свете Луны. В ночном городе с электрическим освещением диапазон яркостей и их соотношений может существенно превышать диапазоны в условиях природного освещения, поэтому режим работы глаза значительно усложняется.

1.2. Зрительное восприятие городской среды при искусственном освещении

Поскольку речь в данном пособии идет о впечатлениях и оценках окружающей среды, получаемых человеком с помощью глаз в процессе зрительного восприятия в разных условиях, главным образом, в условиях электрического освещения, в той или иной степени присутствующего в городской среде в темное время суток, необходимо представлять себе основные механизмы и закономерности работы глаза вместе со зрительными центрами мозга.

Зрение — очень сложный и далеко не до конца изученный процесс. Химические и микроэлектрические явления в сетчатке (ретине) глаза в результате воздействия на нее световых стимулов, передача нервных импульсов по зрительному нерву в головной мозг, деятельность нервных клеток в зрительных зонах мозга — все это составные части процесса, называемого зрением.

Процесс зрения не завершается проекционным изображением рассматриваемого объекта на сетчатке, а начинается с него. Глаз превращает падающий на него свет в сигналы, преобразует их и посылает в мозг, который трансформирует эти сигналы в зрительные образы.

Глаз способен оценивать общее количество доходящего до него света, его качество и распределение по различным направлениям. Иными словами, глаз представляет собой не только орган светоощущения, но и оптический анализатор окружающего мира, дающий возможность видеть предметы и получать впечатления, возбуждающие мысли и эмоции, на основании которых рождаются суждения и предпринимаются действия. Поле зрения человека даже при неподвижном взгляде двумя глазами (бинокулярное видение) достаточно обширно (*рис. 4*), но в реальных условиях оно не бывает фиксированным и еще более расширяется вследствие перевода взгляда с предмета на предмет, поворотов головы и тела. Зрительные ощущения, возникающие у человека в результате действия на глаза видимого излучения, позволяют судить о светлоте и цветности, размерах и форме предметов, излучающих и отражающих свет, их движении и взаимном расположении. Эти ощущения могут быть различны в одной и той же, но по-разному освещенной архитектурно-пространственной ситуации, т.е. они зависят от условий светоцветовой

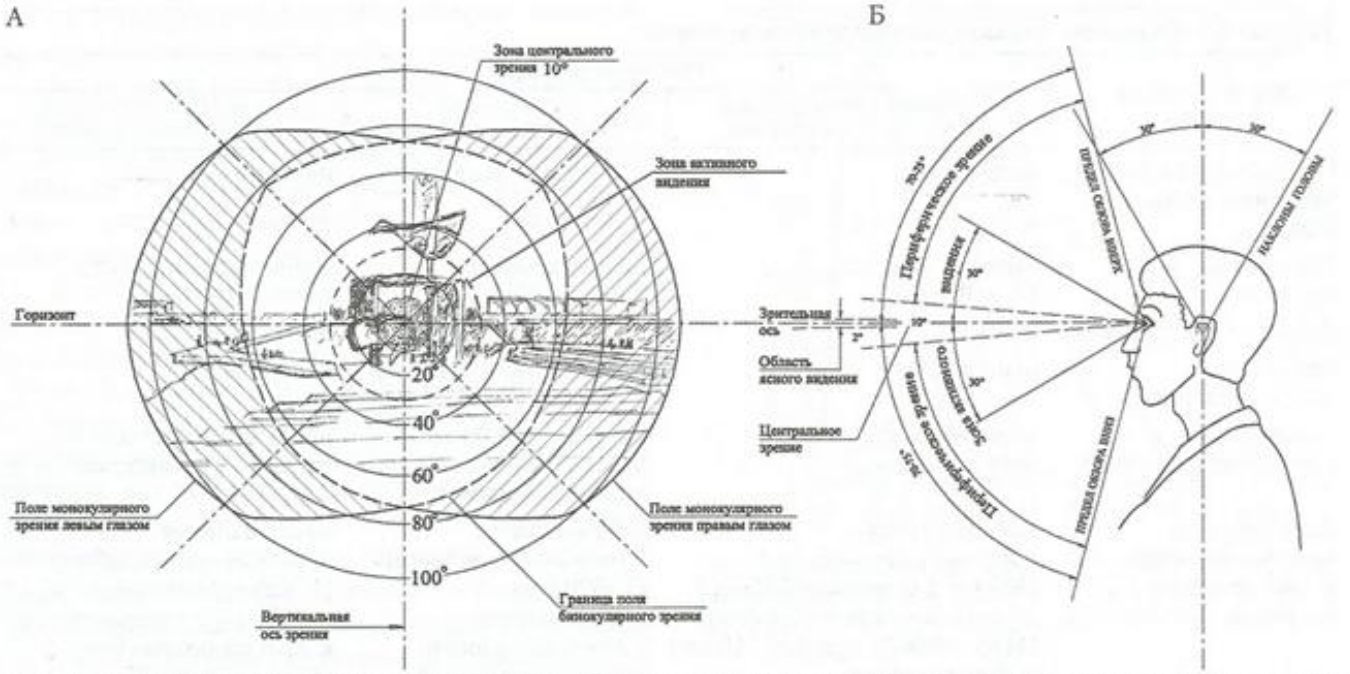

А
Б
Зона центрального зрения 10°
Зона активного видения
Горизонт
Зрительная ось
Область ясного видения
Центральное зрение
Поле монокулярного зрения левым глазом
Поле монокулярного зрения правым глазом
Граница поля бинокулярного зрения
Вертикальная ось зрения
20°
40°
60°
80°
100°
30°
30°
15°
2°
30°
30°
Периферическое зрение
Периферическое зрение
Зона активного видения
Область ясного видения
Область ясного видения
Область яс

Таблица 1.1. **Основные характеристики зрения человека**

Характеристики зрения	Основные режимы работы глаза		
	дневное (фотопическое, центральное) зрение	сумеречное (мезопическое) зрение	ночное (скотопическое, периферическое) зрение
Светочувствительные элементы сетчатки глаза	колбочки	колбочки + палочки	палочки
Средние яркости адаптации	высокие яркости, L>=10 кд/м^2	малые яркости, 0,01<L<10кд/м^2	очень малые яркости, L< = 0,01 кд/м^2
Диаметр зрачка глаза	2 мм	5—7 мм	8—10 мм
Световая чувствительность	относительно малая	относительно большая	наивысшая
Способность к восприятию цветов	хорошее различение всех цветов	голубые и зеленые относительно светлеют, красные темнеют	цвета не различаются, черно-белое ви́дение
Спектральная чувствительность к хроматическим излучениям	максимальная к желто-зеленому [$V(\lambda)$ = 1,0 при λ = 555 нм] с уменьшением к красному [$V(\lambda)$ = 0,0021 при λ = 710 нм] и фиолетовому [$V(\lambda)$ = 0,0012 при λ = 410 нм]	максимальная к голубовато-зеленому (λ=520 нм) с уменьшением в длинноволновой и коротковолновой частях спектра	максимальная к зеленовато-голубому [V' (л) = 1,0 при λ = = 510 нм] с уменьшением к красно-оранжевому [$V'(\lambda)$ = 0,00737 при λ = 620 нм] и фиолетовому [$V'(\lambda)$ = 0,0022 при λ = 390 нм]
Способность к различению деталей (острота зрения)	высокая разрешающая способность — хорошая различимость деталей	малая разрешающая способность, мелкие детали не видны	отсутствует, детали не видны
Способность к различению движения	хорошее различение движущихся объектов, видимых размеров	различение движения объектов средних и больших размеров	сохраняется определенная зрительная реакция на относительно крупные движущиеся объекты

шая острота дневного зрения. Зона вокруг ямки с угловым размером около 10° называется «желтым пятном», или зоной центрального (фовеального) зрения.

В условиях малых яркостей, когда колбочковый аппарат зрения отключается, центральная ямка представляет собой «волчью яму» для падающего на нее света, ибо предмет, проецирующийся на центральную ямку, становится невидимым. Давно замечено, что в темноте не нужно смотреть на предметы в упор, лучше отвести взгляд несколько в сторону, чтобы изображение проецировалось на периферическую (палочковую) зону сетчатки. Почти невидимыми становятся и изображения малоярких предметов с угловым размером до 2—3°, попадающие при обозрении на желтое пятно сетчатки.

Опыт показывает, что для отчетливой видимости предметов в вечерних и ночных условиях при низких яркостях поверхностей (менее 3 кд/м^2) необходимо, чтобы рассматриваемые предметы имели угловой размер не менее 5°. В целом в экологическом плане важно, чтобы при формировании видимой среды было достаточное количество хорошо различимых глазом предметов. Полезно помнить при этом, что порог абсолютной световой чувствительности глаза минимален для объектов с угловым размером 50° и более.

Невдалеке от фовеа расположено место выхода зрительного нерва из глаза, или т.н. слепое пятно, где нет никаких фоторецепторов, и поэтому при любом освещении отсутствует изображение объектов, проецирующихся на него. Чем дальше от фовеа, тем больше становится палочек и меньше колбочек. Палочки наиболее сконцентрированы вокруг фовеа на расстоянии 12—15° от зрительной оси. Они обладают большой световой чувствительностью и обеспечивают нам возможность видеть в сумерках и ночью хотя бы большие предметы. Но они не воспринимают

цвета: «ночью все кошки серы». При ночном (периферическом) зрении глаз, подобно старой фотографической пластинке, фиксирует только переходы через ахроматические ступени от белого к черному, при центральном же зрении от точки «черное» к точке «белое» ведет множество цветовых оттенков, соответствующих различным цветовым ощущениям.

В противоположность палочкам колбочки не реагируют на слабые световые раздражители, но они обеспечивают цветовое зрение. Существуют три вида колбочек, отличающихся друг от друга по своей спектральной чувствительности. Один вид более чувствителен к длинноволновой области спектра, другой к средней его части, третий — к коротковолновой (*рис. 5*). Условно их можно назвать красными, зелеными и синими колбочками (**КЗС-рецепторами**), а механизм цветового зрения нашел отражение в названиях колориметрических систем, обозначаемых начальными буквами «КЗС» (по-английски RGB). **Красный, синий и зеленый цвета являются первичными**, их нельзя получить смешением двух других цветов, но их аддитивное смешение дает возможность воспроизвести любой другой цвет света, включая белый (*рис. 1.3*). В целом же глаз наиболее чувствителен к монохроматическому желто-зеленому излучению с длиной волны $\lambda = 555$ нм, что является условным значением максимальной спектральной чувствительности при дневном зрении.

Периферическое зрение с более высокой чувствительностью к свету, чем центральное, обладает меньшей четкостью видимости. Максимум чувствительности при сумеречном зрении сдвинут из желто-зеленой части спектра (при центральном зрении) в зелено-голубую ($\lambda = 510$ нм) при почти полной потере чувствительности палочек в красной части спектра. Такое изменение чувствительности глаза к излучениям различных участков спектра при переходе от бóльших яркостей к малым известно под названием эффекта Пуркине. Иллюстрацией этого эффекта может служить сравнение яркостей красной и синей или зеленой поверхностей, которые воспринимаются равнояркими при интенсивном освещении и резкоконтрастными — при малом: красная поверхность кажется значительно темнее синей и зеленой.

Эффект Пуркине имеет большое практическое значение при выборе уровня освещенности на открытых пространствах городов, а также при освещении объектов источниками с различной цветностью излучения.

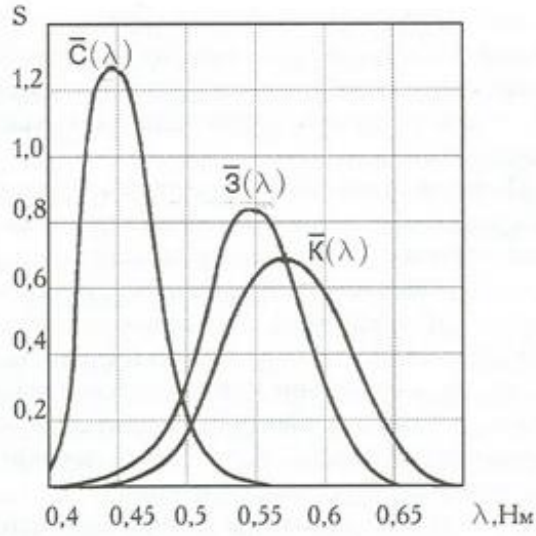


Рис. 5. Кривые относительной чувствительности цветовоспринимающих колбочек глаза С (λ), З (λ), К (λ) — спектральные чувствительности синего, зеленого и красного рецепторов

Расхождение между фотометрической (физической, действительной, объективной) яркостью поверхностей наблюдаемых объектов и их светлотой (субъективным зрительным ощущением) особенно заметно при сопоставлении разноцветных поверхностей. Это обстоятельство вызвало необходимость введения понятия о кажущейся (цветовой) яркости, т.е. яркости равносветлой поверхности, посылающей к глазу белый свет (*см. п. 1.3*).

Следовательно, каждой действительной яркости, каждому спектральному составу света соответствует определенное значение переходного множителя от действительной яркости к цветовой. Это явление особенно ощущается при яркостях от 0,3 до 0,03 кд/м^2, т.е. при вечернем освещении города, когда освещенность многих объектов окружающей среды составляет несколько люкс, и термин «цветовая яркость» может быть заменен на «эквивалентную яркость» (*см. рис. 1.1*).

Фотометрические и калориметрические характеристики фасадов, даже при учете эффекта Пуркине, не дают полного представления об условиях восприятия, поскольку субъективная, воспринимаемая глазом яркость (светлота) зависит не только от действительной яркости и яркостных контрастов, но и от адаптации глаза.

Зрительной адаптацией называют приспособление глаза к различным условиям освещения, т.е. к различным условиям яркости и цветности поля зрения. Зрительная адаптация есть

процесс смены состояний органа зрения в течение некоторого периода времени после перехода от одного уровня возбуждения к другому, например, при переводе взгляда с освещенного объекта на темное окружение.

Понятие зрительной адаптации часто относят к заключительной фазе адаптационного процесса, говоря о состоянии органа зрения в условиях стабилизации этого процесса. В таком понимании принято говорить о яркости адаптации, которой соответствует вполне определенное установившееся значение чувствительности органа зрения, а также о цветности адаптации, однозначно определяющей установившееся значение ощущения цветности поля зрения.

Отсюда различают **адаптацию яркостную и цветовую**. Яркостную адаптацию подразделяют на темновую — при переходе от большой яркости к малой и световую — при обратном переходе. Входя днем с ярко освещенной улицы в слабо освещенное помещение, посетитель в первые секунды пребывания в таком помещении не способен увидеть и оценить ни окружающее его пространство, ни детали и цвета отделки интерьера. И только после адаптации глаза к новым световым условиям человек получает возможность хорошо различать предметы и детали отделки помещения.

Темновая адаптация является процессом увеличения чувствительности главным образом палочковых рецепторных клеток при определенном регулирующем влиянии центрального зрения органа зрения. Адаптация от яркого света к полной темноте может длиться до одного—двух часов. Как показали исследования, очень медленное, незначительное увеличение световой чувствительности наблюдалось даже в течение 24 часов. Скорость темновой адаптации зависит от яркости предадаптации. Если она невелика, как это бывает в ночном городе, в короткий промежуток (3—10 мин) наблюдается существенный рост чувствительности глаза. Поэтому в большинстве ситуаций человек не чувствует на освещенных улицах особого дискомфорта. При высоких уровнях яркости предадаптации, например, при выходе из ярко освещенного интерьера в темный двор, начальный этап темновой адаптации характеризуется малой скоростью роста световой чувствительности.

Световая адаптация характеризуется понижением световой чувствительности клеток сетчатки в процессе приспособления глаза к заданной яркости после пребывания в темноте. При этом известно, что световая адаптация происходит гораздо быстрее и легче, чем темновая — в пределах 5—10 мин. Поэтому человек предпочитает двигаться из темноты на свет.

Цветовая адаптация — процесс функционирования органа зрения под воздействием цветовых стимулов. Она протекает одновременно со световой адаптацией (за исключением редких случаев, когда наблюдается ахроматическая картина) и имеет место при изменении спектрального состава излучения источников света, когда изменяется ощущение цвета объектов, освещаемых этими источниками, или при переводе взгляда с одного цветного объекта на другой иного цвета. Это происходит не только за счет изменения цветности излучения источника и, возможно, светлоты наблюдаемых объектов вследствие изменения спектрального состава и интенсивности отраженного ими излучения, но также и за счет изменения чувствительности органа зрения в результате изменившегося соотношения уровней возбуждения трех его цветовоспринимающих рецепторов (КЗС). При воздействии цветового стимула, особенно высокой насыщенности, в условиях наблюдения какого-либо цвета фотореагенты (светочувствительные вещества) в соответствующих колбочках распадаются, чувствительность к этому цвету значительно снижается, цвет как бы выцветает, сереет, теряет свою насыщенность, может изменяться цветовая тональность ощущения, т.е. происходит явление цветовой адаптации. Изменения ощущения цветности в процессе цветовой адаптации могут достигать 15—20 цветовых порогов. Особенности цветовой адаптации лежат в основе явлений одновременного и последовательного цветовых контрастов.

Любая адаптация происходит непроизвольно, часто незаметно для человека, но знание ее закономерностей помогает эффективно использовать ее в создании качественной световой среды в интерьерах и городе.

Личный опыт убеждает нас в том, что рассматривание окружающей среды, как и любая зрительная работа, особенно в неблагоприятных условиях адаптации, нередко существующих в вечернее время в городе, связано с определенными зрительными усилиями. Зрительный процесс осуществляется благодаря постоянным перемещениям глаза, поворотам головы и туловища, в которых участвуют различные мышцы и нервные центры. Направление и скорость этих движений,

длина пробегаемого глазами пути, длительность интервалов, когда глаз находится в состоянии относительного покоя, преодоление инерции глаза при переводе взгляда, при конвергенции и дивергенции вызывают те или иные эмоциональные реакции, положительные или отрицательные впечатления, а иногда и зрительные иллюзии, на основе которых рождаются различные суждения и оценки. Контрастные соотношения воспринимаемых зрением параметров объектов окружающей среды, неожиданность появления их в поле зрения, необычность ракурсов вызывают, как правило, более сильные реакции. Какие же параметры или факторы имеют большее значение для зрительного процесса?

В общем случае различимость любого объекта зависит от **шести факторов**: его **яркости**, **углового размера**, **контраста** (яркостного или цветового) между объектом и фоном, **спектра освещения**, **прозрачности воздуха** и **продолжительности наблюдения**. Первые три фактора имеют решающее значение. Совокупность всех факторов создает световую среду, оптимальное воздействие которой может быть достигнуто при определенных количественных соотношениях этих шести параметров. Если изменять любой из этих параметров при условии постоянства других, то можно установить, что каждый из них имеет свой абсолютный порог, ниже которого предмет становится невидимым, как бы не были благоприятны прочие условия наблюдения.

В связи с этим при проектировании освещения объектов городской среды перед архитекторами, светодизайнерами встают конкретные задачи определения и выбора расчетных параметров для обеспечения хорошей различимости градостроительных доминант и панорамных композиций с больших расстояний (задача урбанистического, «ландшафтного» масштаба), архитектурных ансамблей и комплексов со средних расстояний (задача «ансамблевого» масштаба) и отдельных объектов, их объемного и цветового решения в локальном, «камерном» масштабе восприятия с относительно небольших дистанций.

Чувствительность зрительного анализатора принято оценивать уровнем ***основных функций зрения:***

— контрастной чувствительности;
— остроты различения;
— остроты глубинного зрения;
— быстроты различения;
— цветовой чувствительности.

Все перечисленные функции зрения представляют собой характеристики изменения величин, обратных зрительным порогам, в зависимости от яркости адаптации глаза [32].

Известно, что все функции зрения повышаются с увеличением яркости в связи с уменьшением относительной величины зрительных порогов. Рост всех функций при увеличении яркости адаптации характеризует повышение относительной чувствительности зрительного анализатора. Функции зрения нелинейны как в результате общих свойств реакций зрительного органа (реакция зрачка, изменение концентрации фотореагента при изменении адаптации, изменение чувствительности центрального звена зрительного анализатора и др.), так и в результате специфических свойств отдельных функций зрения. В первом приближении рост основных функций зрения пропорционален логарифму яркости фона $\lg L_ф$ (в отношении яркости — по закону Вебера—Фехнера, за исключением условий сумеречного и ночного зрения). Наличие специфических свойств зрительного анализатора приводит к различному относительному росту функций зрения при увеличении яркости адаптации. Предметы, отчетливо видимые в полдень, плохо различаются в сумерки, когда мелкие детали рассматриваемых предметов исчезают, и глаз различает лишь общие контуры предметов. Наконец, наступает момент, когда освещенность достигает низшего предела (порога), и рассматриваемый предмет становится невидимым. Мы видим любой объект только в случае, если существует разница по яркости, цвету, размеру или форме между ним и фоном, на котором он проецируется. Эту разницу между предметом и фоном, которая определяет видимость, называют ***контрастом.*** Качество видимости будет при прочих равных условиях тем лучше, чем больше контраст между предметом и фоном. Наименьшее значение контраста между предметом и фоном, начиная с которого предмет становится видимым, называют ***порогом зрительного восприятия.*** Численное выражение этого порога определяется оптическими свойствами глаза. Контраст между деталью и фоном зависит не только от свойств рассматриваемого предмета и фона, но и от условий освещения. Например, при солнечном освещении отчетливо ощущается многоплановость (пространство) застройки благодаря контрасту между освещенными и затененными поверхностями зданий и территорий. В

пасмурную погоду, когда светотеневой контраст очень мал, застройка воспринимается более плоско, силуэтно. Кажущееся изменение глубины пространства в еще большей степени ощущается с наступлением сумерек.

Вечером в условиях темновой адаптации возможность зрительно обнаружить одноцветный с фоном объект наблюдения или различить его форму определяется пороговым ***значением яркостного контраста. Элементарное зрительное обнаружение или*** **видимость** объекта определяются ***минимальной (пороговой) разностью яркости*** $\Delta L_{пор}$ двух смежных участков поля зрения наблюдателя. Отношение $\Delta L_{пор}$ к яркости фона $L_ф$ называют ***пороговым контрастом яркости*** объекта наблюдения с фоном: $k_{пор} = \Delta L_{пор} / L_ф$. В некоторых случаях зрительная задача заключается не только в обнаружении (видимости) объекта, но и в ***различении его формы.*** Качественную характеристику этой разновидности зрительных задач, более употребительную в решении светокомпозиционных проблем, принято ***называть различимостью.***

Величину, обратную минимальному пороговому контрасту яркости, численно равному пороговому контрасту пятна с угловым размером 50°*, называют ***контрастной чувствительностью*** *глаза* [33].

При решении разнообразных задач световой архитектуры города возникает необходимость оценить, во сколько раз изменяется ощущение яркости (т.е. светлота) одной или примыкающих друг к другу поверхностей при различном освещении. Светлота, измеряемая в порогах зрительных ощущений, пропорциональна яркости, т.е. по Веберу — Фехнеру $B = c\lg L$, где B — светлота, L — фотометрическая величина яркости; c — коэффициент пропорциональности, зависящий от выбора единиц.

Исследования показывают, что характер большинства зрительных ощущений определяется не отношением яркостей, а разностью светлот, вызываемых этими яркостями, с учетом яркости поля адаптации. Однако достоверных методов количественного определения светлоты в реальных условиях городской среды пока не существует, поэтому все известные рекомендации оперируют объективным параметром яркости и яркостных контрастов.

Как указывалось выше, степень различимости определяется контрастной чувствительностью глаза. При уменьшении контраста (яркостного или цветового) между деталью и фоном для обеспечения различимости необходимо увеличивать угловой размер предмета. По аналогии с пороговым контрастом яркости отношение разности яркостей между деталью и фоном к яркости фона называют яркостным контрастом:

$$k = (L_о - L_ф) / L_ф = \Delta L / L_ф,$$

где $L_о$, $L_ф$ — яркости объекта и фона, ΔL — разность яркости объекта и фона.

Из формулы следует, что положительным контрастом обладают объекты светлее фона, отрицательным — темнее фона. Условия обнаружения объекта, одноцветного с фоном, можно записать следующими неравенствами:

$$\Delta L \geq \Delta L_{пор} \text{ или } k \geq k_{пор},$$

где $\Delta L_{пор}$ и $k_{пор}$ — пороговые значения разности яркости и яркостного контраста.

При высоких освещенностях глаз способен различать яркости, отличающиеся одна от другой на 1—2 % (например, глаз может различать яркости, равные 33 и 35 кд/м^2), а при низких контрастная чувствительность резко уменьшается (например, в темную звездную ночь для различения яркости двух смежных поверхностей необходимо, чтобы перепад между ними был не менее 55 %, т.е. яркости поверхностей должны отличаться одна от другой более чем в 1,5 раза).

При малых яркостях закон Вебера—Фехнера не соблюдается. В этом мы убеждаемся при наблюдении ландшафта в сумерки, когда даже крупные его детали постепенно скрадываются и, наконец, исчезают. Еще более заметное изменение ландшафта наблюдается в лунную ночь, когда при одинаковом распределении яркостей в поле зрения абсолютные величины яркости снижаются в несколько тысяч раз. Согласно закону, в этих условиях видимая структура ландшафта не должна изменяться. В действительности же отсутствие рассеянного и малая роль отраженного света уничтожают градации светотени, присущие солнечному освещению; тени кажутся глухими (вспомним картину Куинджи «Украинская ночь»), а контрасты — резкими.

В ночном городе в поле зрения попадают объекты с разной яркостью, в том числе чрезмерной по ощущению. Это влияет на восприятие

* Угловой размер объекта, при котором пороговый контраст минимален, зависит от уровня яркости адаптации. Для $L_ф = 0$ он примерно равен 50° (абсолютная световая чувствительность глаза и абсолютный световой порог), для $L_ф \geq 10$ кд/м^2 он уменьшается до 1—2°.

объектов, которые по светокомпозиционным требованиям должны иметь доминирующее значение, например, фасады освещаемых зданий, сооружений, памятников. Действие побочных световых раздражителей, приводящее к усилению или ослаблению эффекта прямого раздражителя (акцентируемого светом объекта), называется ***зрительной индукцией.*** Усиление светового эффекта прямого раздражителя — положительная индукция, ослабление эффекта — отрицательная индукция. Примером отрицательного индуктивного действия является снижение функций зрения при неравномерном распределении яркости в поле зрения, а также при наличии в поле зрения ярких источников, что характерно для ночной среды города. Последнее явление называют ***ослепленностью*** [39]. Показатель ослепленности установок уличного освещения ограничивается нормами [38].

Другим примером отрицательного индуктивного действия является явление ***дискомфорта,*** классифицируемое как ощущение неудобства или напряженности, возникающее при неудовлетворительном распределении яркости в освещаемом пространстве при наличии блеских источников прямого или отраженного (блики) света.

Снижение зрительных функций из-за вышеуказанных причин принято объяснять возникновением ***вуалирующей пелены***, яркость которой накладывается на зрительное изображение и оказывает существенное влияние на восприятие объектов, имеющих невысокие яркости, особенно далеко расположенных от наблюдателя зданий и сооружений. Постепенное удаление наблюдателя от здания сопровождается, прежде всего, исчезновением мелких архитектурных деталей. С далеких расстояний невозможно видеть и крупные детали — различимы только контуры здания, а затем исчезают и они. Это свидетельствует о наличии зависимости между видимостью и расстоянием, что обусловлено двумя факторами. Первый связан с уменьшением углового размера объекта по мере удаления от него. А второй — с тем, что с увеличением расстояния слой воздуха становится толще, а городской воздух не является абсолютно прозрачной средой. В мутном воздухе происходит рассеивание и поглощение световых лучей, вследствие чего он приобретает собственную яркость, воспринимаемую как вуалирующий эффект воздушной дымки, который также накладывается на видовые кадры, снижая контрасты, что приводит к ухудшению видимости и различимости предметов. Вуалирующий эффект дымки усиливается при высокой мутности воздуха (смог, пыль, влажность, туман и т.д.). Этот эффект — основная причина «светового загрязнения» неба (*см. п. 2.5*).

Влияние вуалирующего эффекта дымки воздуха при больших расстояниях наблюдения освещаемого объекта учтено в московских и федеральных нормах архитектурного освещения [29, 38] рекомендацией повышать яркость фасада на 50 % от нормируемой, а влияние вуалирующей пелены — требованием принимать нормируемую величину средней яркости фасада не менее 8 кд/м.

Способность органа зрения различать форму предмета или его деталей называется ***остротой различения*** S_α (в медицине — остротой зрения), выражается величиной, обратной ***минимально-му разрешаемому углу:***

$$S_\alpha = 1/\alpha_{\text{пор}}.$$

Условно считают разрешающую способность глаза нормальной, если он видит предмет с угловым размером, равным 1 мин; это соответствует отношению абсолютного размера к расстоянию до глаз 1 : 3450.

Люди с нормальным зрением имеют остроту зрения, превышающую единицу, т.е. они различают при хорошем освещении детали (при высоком контрасте с фоном), характеризующиеся угловым размером меньше 1 мин.

Результаты многочисленных исследований показали, что острота различения зависит, в основном, от яркости объекта наблюдения, контраста объекта с фоном, формы детали, а также от спектрального состава света, освещающего деталь.

Существенное влияние на остроту различения оказывает знак контраста. Так, объекты наблюдения, имеющие положительный контраст, обладают меньшей остротой различения; эта закономерность усиливается при адаптации наблюдателя к темноте ($L_\alpha = 0$).

Для архитектурной и светодизайнерской практики большой интерес представляет зависимость разрешаемого угла от формы наблюдаемого объекта. Установлено, что усложнение формы деталей значительно повышает требования к остроте различения. Чем сложнее по форме деталь, тем более высокой яркостью, угловым размером и контрастом для отчетливого ее различения она должна обладать. При снижении освещенности разрешаемый угол глаза увеличивается. Зависимость этого угла от яркости приведена в *табл. 1.2*.

Таблица 1.2. **Зависимость разрешаемого угла глаза α от яркости объекта L_o ночью**

Показатель	При яркости объекта L_o кд/м^2							
	фасадов, дорог, зеленых насаждений			освещаемых фасадов и деталей			светящихся фасадов и деталей	
	0,0003	0,003	0,03	0,3	3	30	170	300
Разрешаемый угол α, мин	17	9	3	1,5	0,9	0,8	0,8	0,7

Из проведенных исследований известно, что при большом контрасте между деталью и фоном* для ее четкой видимости в условиях дневного рассеянного освещения необходимо, чтобы угловой размер детали был в пределах 4–5 мин; при протяженных деталях (обелиски, колонны, трубы и т.п.) необходимый угловой размер (по сечению) уменьшается вдвое. При пониженной яркости адаптации в условиях сумеречного освещения видимый размер деталей должен быть не менее 10–12 мин.

Архитектору и светодизайнеру при решении светопространственных задач важно знать порог глубины, характеризуемый минимальной разностью параллактических углов между зданиями, которые обеспечивают заданную вероятность различения их при различной удаленности от наблюдателя.

Для характеристики точности зрительного обнаружения разноудаленности двух предметов, наблюдаемых бинокулярно (обоими глазами), пользуются понятием ***порога глубинного (стереоскопического) зрения*** (порога глубины). Величину, обратную порогу, называют ***остротой глубинного зрения.***

Порог глубины темных объектов на светлом фоне (отрицательный контраст) возрастает по мере повышения яркости фона (с 0,01 до 5 кд/м^2), а порог глубины белых объектов на черном фоне (положительный контраст) резко возрастает при увеличении яркости объектов сверх 8 кд/м^2, что приводит к снижению остроты стереоскопического зрения.

На значение порога глубины большое влияние оказывают форма объектов наблюдения и их контраст с фоном. Применительно к задачам световой архитектуры это значит, что при прочих равных условиях (соотношения яркостей, размеров, глубины) архитектурная композиция будет восприниматься вечером более плоской, чем при естественном освещении. Поэтому вечером световой ансамбль, как правило, должен характеризоваться бóльшими яркостными перепадами, чем при рассеянном естественном освещении.

Сведения об остроте глубинного зрения позволяют сделать вывод о различии зрительного восприятия объемного предмета и его пропорционально уменьшенного макета, возникающем в результате изменения степени диспарантности изображений и значения конвергенции при постоянстве базы стереоскопического зрения и различных расстояниях от наблюдателя до предмета и его макета. Этот вывод необходимо учитывать при моделировании осветительных установок путем использования метода порогов при выборе закономерностей переменного масштаба моделирования (*см. 6.1*).

Для оценки скорости реакции органа зрения вводят понятие ***быстроты различения***, определяемой величиной, обратной минимальному времени различения, обеспечивающему заданную вероятность различения формы предмета или его деталей. Эта функция имеет важное значение при проектировании освещения объектов, воспринимаемых при быстром перемещении человека в городском пространстве, например, в автомобиле, движущемся по улице с кратковременными раскрытиями глубинных перспектив пересекающих ее улиц (Невский проспект и перспективные виды с него на Александрийский театр, Русский музей, церковь Спаса-на-Крови, арку Главного штаба и т.п.). При использовании динамического освещения также могут возникнуть проблемы обеспечения той или иной продолжительности действия определенного режима по освещенности и цветности света на объекте или его деталях.

Способность зрительного опознавания цветности излучения характеризуется ***порогом цветоощущения***, а способность различения цветовых оттенков двух смежных участков поля зре-

* Контраст между деталью и фоном считается большим при К > 0,5, средним – при К = 0,5–0,2 и малым при К < 0,2.

ния — ***цветоразличительной способностью*** органа зрения, которая определяется величиной, обратной порогу цветоразличения (цветовому порогу). Цветовой порог принято оценивать наименьшим, впервые различаемым с заданной вероятностью различием цвета оптически смежных участков центральной части поля зрения наблюдателя [33].

Анализ основных закономерностей работы зрительной системы позволяет сформулировать ряд требований к осветительным установкам в городской среде:

— достаточная яркость освещаемых объектов, обеспечивающая необходимую (заданную проектом) достоверность их различения (с учетом расстояний наблюдения и яркости адаптации) или требуемый уровень светлоты освещаемого архитектурного пространства;

— отсутствие резкого (гиперконтрастного) различия яркостей и цветовых сочетаний освещаемых объектов или деталей с фоновыми объектами среды, т.е. гармоничные яркостные и цветовые контрасты между элементами архитектурно-световой композиции;

— в меру контрастное освещение рельефных объектов, обеспечивающее необходимый светомоделирующий эффект и зрительное восприятие их формы;

— постоянство освещенности рабочей поверхности во времени там, где это требуется (дорожные покрытия в транспортных, а также пешеходных зонах);

— распределение света по поверхности каждого объекта (градиент освещенности или яркости), создающее требуемый проектом эффект статичности или динамичности архитектурной формы;

— преобладающее направление световых потоков, вызывающее естественные (свет сверху) или «драматизированные» (свет снизу) ощущения;

— отсутствие в поле зрения слепящих источников света и ярких светящих поверхностей, обладающих дискомфортным действием;

— светокинетические режимы работы осветительных установок в особых, предусмотренных проектом ситуациях, не мешающие функциональным процессам в смежных зонах городской среды (водителям транспорта, пешеходам, обитателям жилых домов, лечебных учреждений и т.п.).

Все перечисленные требования, за исключением первого, относятся к ***качеству освещения.***

1.3. Цветной свет в ночной среде города

До недавних пор визуальная среда в городах с наступлением ночи по своему колориту становилась почти гомогенной: уличного освещения было явно недостаточно, чтобы сохранить хроматическое разнообразие материального мира и небосвода, характерное для дневных условий. Лишь период сумерек в ясную погоду дарил горожанам щедрую на красочные оттенки закатную палитру неба, служащего фоном темнеющей городской застройке. В самой же застройке из-за относительно низких уровней освещенности уличными фонарями, редкой и случайной засветки ими фасадов зданий и зеленых насаждений, однообразного спектра пламенных, а затем и первых электрических источников света — ламп накаливания и сменивших их на определенный период ртутных ламп, — цвет окружающей архитектурной и ландшафтной среды воспринимался в минимальном объеме и с большими искажениями. Пришедший в последнюю четверть XX века в массовом масштабе на улицы и площади и даже в сады, парки и жилые дворы городов более интенсивный желтый свет натриевых ламп, хотя и улучшил условия видимости, еще более усугубил искаженно-цветовое однообразие искусственной световой среды. Лишь газосветные установки световой информации и рекламы в отдельных точках городского пространства не давали забыть о том, что свет может быть цветным, декоративным, содержательным, динамичным, эмоциональным.

Ситуация в конце 1990-х годов в Москве и других наших городах стала изменяться в связи с начавшейся стихийной, местами необузданной экспансией световой рекламы, а также с появлением и развитием архитектурного освещения достопримечательных объектов, где стали применять разноспектральные, преимущественно разрядные источники света. Поначалу ассортимент здесь ограничивался двумя типами ламп — металлогалогенными с не очень качественным белым светом и натриевыми — с желтым. В 1997 году на рынке появились цветные металлогалогенные лампы, позволившие сделать качественный рывок в создании новых светоцветовых образов. Они с каждым годом все более активно применяются в ряде городов в установках архитектурного освещения зданий, сооружений, ландшафтных объектов.

В первые годы XXI века многообещающие перспективы открыло новое поколение полупро-

водниковых источников электрического света — светодиодов, позволяющих синтезировать всю радужную гамму цветов и в статическом, и в динамическом режимах работы. Новое «дыхание» приобрел и традиционный способ получения цветного света из белого с помощью хроматических светофильтров на основе современных технологий. Прожекторы со встроенными, в том числе автоматически сменными, фильтрами применяются не только в шоу-спектаклях, но и в архитектурном освещении. Цветной свет без затруднений транслируется в световодах, полых и стекловолоконных, также применяемых в установках фасадного и ландшафтного освещения. И эти технические новинки уже дали интереснейшие творческие результаты в художественной интерпретации светоцветовой среды в интерьерах и городе.

Интересно обратить внимание на несколько особенностей, связанных с восприятием цвета и света. Традиционно свет как «носитель» цвета в окружающем нас мире привлекает гораздо меньше внимания, чем полихромные материальные формы. Говоря о цвете, мы стереотипно представляем себе лишь окружающие нас объекты, отражающие падающий на них свет, в большинстве жизненных ситуаций белый, и забываем о спектральном разнообразии самого света — первопричине зрительных образов. Действительно, природный, дневной свет, наиболее знакомый и благоприятный, живой и животворящий, — белый со сплошным спектром. Он имеет массу оттенков по интенсивности и окраске в ясный и пасмурный день, на восходе и на закате, в полдень и в белые ночи, на разных земных широтах, но всегда воспринимается белым. Волшебное зрелище цветного света природа демонстрирует в радуге. Все это придает божественную многоликость окружающему нас миру. Но мы не властны сколько-нибудь существенно регулировать эти спектральные изменения под открытым небом. В интерьере же человек научился разлагать белый свет на составляющие его хроматические излучения, однако эти возможности используются крайне редко. Неоспоримую пальму первенства по продуцированию цветного света из белого нужно отдать готике с ее завораживающими полихромными витражами.

Иное дело со светом искусственным, пока еще в значительной степени «мертвым», хотя параметры этого рукотворного света могут программироваться и изменяться в широком диапазоне. Современные электронные системы способны уподобить искусственное освещение природному по главному отличительному признаку — динамике, равно как и по спектру, что и делает его зрительно «живым». Такие системы применяются в освещении некоторых интерьеров, например, в безоконных производственных зданиях с конвейерными высокоточными или сверхчистыми технологическими процессами. Окрашенный свет давно используют театр и цирк для создания нужной эмоциональной атмосферы в мизансценах.

В условиях городской среды цветное динамическое освещение применяется в относительно редких пока еще случаях в декоративных целях — в световой рекламе, в освещении фонтанов; в технотронных детищах нашего века в сфере синтетического искусства — впечатляющих театрализованных спектаклях «Звук и Свет» на крупнейших памятниках мировой архитектуры; в зрелищных шоу и рок-концертах на фоне городских светопанорам, наконец, особенно в последние годы, в архитектурном освещении некоторых фасадов зданий, сооружений, ландшафта. Но здесь не стоит задача уподобления, даже ассоциативного, природному освещению. Напротив, в подобных случаях добиваются максимально возможного эффекта необычности и фееричности светоцветового сценария.

Однако творческая работа с цветным светом в городской среде практически еще не вышла из стадии штучных эмпирических экспериментов. А главное, она пока не осознана как профессиональная задача создателями этой среды — архитекторами, многие из них отрицательно или настороженно относятся к применению цветного света в освещении фасадов и других элементов архитектурной среды. Причинами такого консерватизма являются незнание возможностей и закономерностей цветного освещения из-за пробелов в профессиональном образовании и понятное инерционное нежелание «влезать» в неизведанную область при отсутствии реальных требований проектной практики. Эти закономерности и в самом деле еще мало изучены. Многие особенности восприятия цвета установлены наукой в лабораторных условиях и лишь для условий дневной адаптации. Как они изменяются при искусственном освещении в реальной городской среде, когда во многих случаях привычные цвета материального мира не воспринимаются или сильно искажаются, когда интенсивный цветной свет, а не цвет отражающих поверхностей, определяет цветовые впечатления и эмоциональные реакции людей? На

Таблица 1.3. **Взаимосвязь между объективными и субъективными параметрами цвета**

Характеристики цвета	Объективные параметры	Субъективные параметры
Качественная (цветность)	Длина волны излучения, λ нм	Цветовой тон (красный, оранжевый, желтый и т.д.)
	Чистота, *P*, %	Насыщенность, Н, порогов
Количественная	Яркость, *L*, кд/м^2	Светлота, В, порогов

многие вопросы науке еще предстоит ответить, а пока что самым надежным способом определения результатов взаимодействия цветного света и полихромной среды является способ натурного светомоделирования на стадии разработки проекта освещения. Базовым условием положительного результата в таких проектах является знание основ архитектурного цветоведения.

Человеческий глаз различает несколько десятков тысяч цветов*, что говорит о его высокой цветовой различительной чувствительности [34]. Чтобы внести в цветовое многообразие, окружающее человека, известный порядок, необходимо установить основные признаки, по которым цвета отличаются друг от друга и которые исчерпывающе характеризуют любой цвет. Когда мы рассматриваем два объекта, то замечаем не только то, что цвета их различны, но и то, в чем именно они различаются.

Наука утверждает, что цвет — величина трехмерная или трехпараметральная. Любой цвет характеризуется **длиной волны излучения**, вызывающей то или иное цветовое зрительное ощущение, **чистотой** и **яркостью**. Это — **объективные параметры**, которые можно измерить свето- и цветоизмерительными приборами. Каждому из них соответствует **субъективное зрительное ощущение**, имеющее свое название — соответственно, **цветовой тон, насыщенность и светлота цвета** (*табл. 1.3*).

Наиболее характерным признаком цвета является **цветовой тон**. Так, мы различаем цвета красный, желтый, синий и другие и их оттенки — желто-зеленый, красно-оранжевый и т.д. В таких случаях говорят, что цвета различаются по цветовому тону. Эта характеристика субъективного зрительного ощущения, на основе которой цвета получили свои названия, в колориметрии приближенно соответствует объективному понятию доминирующей длины волны излучения λ, нм.

Названия основных цветов в спектре сложились исторически, они условны и недостаточно определенны. Для определенности обозначения цветового тона в колориметрии указывают длину волны излучения, вызывающего ощущения красного, оранжевого, синего и других цветов. Длину волны можно, таким образом, считать объективной величиной, а цветовой тон — свойством зрительного ощущения, т.е. субъективной характеристикой. Объяснить, что такое ощущение красного, так же трудно, как объяснить ощущение горечи или запаха. Для наших целей достаточно сказать, что когда мы произносим или пишем слова «красный», «зеленый», «голубой», мы сообщаем, в первую очередь, наши представления об определенном цветовом тоне.

Два цвета, одинаковые по цветовому тону, могут отличаться друг от друга по другим признакам — по **насыщенности** и **светлоте**.

Насыщенность — характеристика, позволяющая наблюдателю оценить долю чистой хроматической составляющей в общем цветовом ощущении. Насыщенность оценивается количеством порогов цветоразличения* (Н). Эта характеристика субъективного ощущения приближенно соответствует объективному понятию чистоты цвета. Чистота цвета определяется как степень приближения цвета к чистому спектральному и выражается в процентах (Р, %). Чем выше чистота, тем больше насыщенность. Наибольшей чистотой обладают цвета спектра, поэтому чистота всех спектральных цветов принимается за 100 %, несмотря на их различную насыщенность.

Примером цветов различной насыщенности может служить цвет голубого неба, который в летние солнечные дни часто бывает более насыщенным, а в зимние дни, или даже летом, но ближе к горизонту, — более белесым, т.е. менее насыщенным, или зрительное «выцветание» окрашенной поверхности фасадов при ярком солнце по сравнению с насыщенностью ее цветом в усло-

* Но не миллионы и, тем более, не миллиарды цветовых оттенков, о которых безосновательно сообщают в рекламах цветных телевизоров, электронных табло, компьютерных мониторов и светодиодных осветительных приборов и экранов.

* Порог цветоразличения — минимальное различие двух цветов по цветовому тону, насыщенности или светлоте, обнаруженное наблюдателем в определенных условиях наблюдения.

виях рассеянного света неба. Архитектор традиционно работает не со спектральными цветами, а с красящими материалами и окрашенными телами, имеющими чистоту, далекую от спектральной, а светодизайнер имеет дело с ними же и с разноспектральным светом, в том числе цветным, с чистотой цвета, близкой к спектральной. Наши представления о свойствах окраски наблюдаемых объектов позволяют проводить аналогию между цветовым тоном и красящим веществом, а количество красящего вещества соотносить с чистотой цвета. Отсюда иногда под чистотой цвета понимают степень его разбеленности или, наоборот, наличие в данной краске черного. В быту (да и в специальной литературе) нередко тоном или полутоном ошибочно называют светлоту цвета, т.е. отличие одного цвета от другого по яркости. Такое определение допустимо лишь в отношении ахроматических или «бесцветных» цветов, которые занимают особое место. В изобразительном искусстве это жанр рисунка и черно-белой графики, техники «гризайль» в живописи или раритетных уже черно-белой фотографии и кино, ушедшего в прошлое телевидения. К ахроматическим цветам относятся белый и все серые вплоть до черного. Под серым, или нейтральным, подразумевается только такой серый цвет, в котором совершенно отсутствует какой-либо цветовой тон, так что всякие желтовато- или зеленовато-серые уже не будут ахроматическими в строгом смысле этого слова. Нейтрально-серый цвет, таким образом, есть белый цвет малой яркости.

В противоположность ахроматическим цветам, у которых отсутствует цветовой тон, все остальные цвета будут относиться к хроматическим. Однако резкую грань между хроматическими и ахроматическими цветами провести не всегда легко, ибо есть много цветов, цветовой тон которых почти не улавливается глазом, так как они образуют переход от хроматических к ахроматическим цветам.

Цветовой тон (или длина волны излучения) и насыщенность (или чистота) называются **цветностью**, которая считается **качественной характеристикой цвета**. Цвета одинаковой цветности, тем не менее, могут отличаться друг от друга: один темнее, другой светлее. Так, один и тот же предмет, если его освещенность выше (а следовательно, выше яркость), воспринимается более светлым по сравнению со слабо освещенным. Количественное выражение уровня зрительного ощущения, производимого яркостью, называют светлотой. Между яркостью и светлотой существует определенная связь, позволяющая производить оценку светлоты в зависимости от яркости (*см. п. 1.2.*).

Светлота как **количественная характеристика** цвета может быть выделена из зрительного ощущения в виде единственного независимого параметра, если рассматриваются ахроматические цвета, не имеющие цветности. Цветность хроматических цветов оказывает значительное влияние на их светлоту — воспринимаемую (субъективную) яркость. Яркости разных хроматических цветов при одинаковой интенсивности излучений оцениваются нами различно. Если поверхности обладают одинаковой объективно измеренной яркостью, то можно предположить, что эти яркости создают одинаковые ощущения. На самом деле, чем более чистый цвет имеет поверхность, тем более яркой она воспринимается. Это соответствует известному явлению — «эффекту Гельмгольца—Кольрауша». Гельмгольц первый заметил, что насыщенность цвета влияет на его воспринимаемую яркость и что некоторые цвета кажутся ярче белого, даже если освещенность сетчатки при этом остается постоянной. Впоследствии этот эффект изучал Кольрауш. Он обнаружил, что если поместить рядом два равноярких цвета, один из которых будет иметь более высокую насыщенность, то этот цвет будет казаться ярче.

Исследования Гельмгольца—Кольрауша показали, что белый цвет должен быть более интенсивным, чтобы казаться таким же ярким как цветной. Так, по данным некоторых опытов, интенсивность белого цвета должна быть в 50 раз выше, чем синего, и в 30 раз выше, чем красного, чтобы он казался таким же ярким. Для желтого указанный эффект гораздо слабее, но все-таки может быть замечен: белый должен быть в 4 раза ярче желтого. Эксперименты, проведенные в МАрхИ И.В. Мигалиной по светлотному уравнению разноцветных стимулов показали, что такие различия могут достигать 2—6 раз: например, фотометрическая яркость зеленого цвета должна быть в 6 раз выше, чем красного, чтобы он воспринимался таким же ярким.

Международная комиссия по освещению (МКО) предложила нижеследующие поправочные коэффициенты для яркостей насыщенных цветных поверхностей, которые воспринимались бы как равносветлые по сравнению с белыми.

Цвет	Белый (серый)	Красный	Желтый	Зеленый	Голубой	Фиолетовый	Пурпурный
Коэффициент	1,0	0,7	0,9	0,8	0,7	0,7	0,6

Эффект Гельмгольца—Кольрауша имеет особое значение, когда мы встречаемся с цветами большой насыщенности, например, в производственной среде, в цветовой сигнализации, в технике безопасности, в рекламных установках с газосветными лампами и др. Хорошо известно, например, что в красном стоп-сигнале можно использовать лампочки меньшей мощности, чем в зеленом.

Любая из характеристик цветового ощущения до некоторой степени зависит от всех других его характеристик, поэтому все параметры цвета следует анализировать в тесной взаимосвязи. Кроме того, восприятие цвета зависит и от условий наблюдения: световой и цветовой адаптации, фона, на котором рассматривается данный цвет, настроения, темперамента и возраста человека, его цветовых предпочтений и т.д. Следовательно, можно грамотно, с точки зрения науки о цвете, пользоваться словом «яркость» в сочетании с различными прилагательными: «фотометрическая» (как объективная количественная характеристика) и «воспринимаемая», «субъективная», «цветовая» или «эквивалентная», т.е. светлота хроматических объектов, понимая ее не в традиционном черно-белом видении, а в условиях полихромии. Итак, ***цветовая яркость*** — это уровень зрительного ощущения, производимого фотометрической яркостью в заданных условиях наблюдения в зависимости от насыщенности и цветового тона.

Два цвета могут быть различными, если они отличаются по какому-либо одному, двум или трем признакам. Мерой различия цветов служит ***цветовой контраст*** ΔE, рассматриваемый в традиционном разделении цвета на цветность и светлоту и включающий в себя, соответственно, ***контраст по цветности*** $\Delta K_{цв}$ и ***контраст по светлоте*** ΔB. Цветовой контраст ΔE выражается в порогах цветоразличения и определяется по формуле

$$\Delta E = \sqrt{\Delta K_{цв}^2 + \Delta B^2},$$

где $\Delta K_{цв}$ и ΔB также выражаются в порогах.

Величина порога цветоразличения, или ***цветового порога***, для разных цветов различна. Так, глаз очень чувствителен к изменению синих и пурпурных цветов и гораздо менее к изменению желтых. Установлены три степени градаций цветового контраста: малый, средний и большой, что отвечает представлениям контрастных и нюансных цветовых сочетаний. Каждая степень цветового контраста, как видно из вышеприведенной формулы, определяется соотношениями контрастов по цветности (цветовому тону и насыщенности) и по светлоте (*табл. 1.4*).

В реальной жизни почти никогда не приходится иметь дело только с одним цветом; в архитектурной среде цвета всегда находятся в разнообразных сочетаниях друг с другом, т.е. в той или иной цветовой гамме. В природе, а исторически, в большинстве случаев, и в градостроительстве, она складывается стихийно. На современном этапе можно рассматривать цветовую гамму, особенно в интерьере, как совокупность цветов, выбираемых для решения определенных функциональных, эстетических и эргономических задач для получения необходимого психофизиологического воздействия на человека. Степень общего психофизиологического воздействия цветов на человека оценивается ***количеством цвета*** Q, зависящим от цветового тона и насыщенности цветов объекта и фона, соотноше-

Таблица 1.4. **Характеристики цветовых контрастов**

Большой	Средний	Малый
Большой контраст по цветовому тону при среднем и большом контрасте по насыщенности и светлоте	Средний контраст по цветовому тону при среднем контрасте по насыщенности	Малый контраст по цветовому тону при среднем и малом контрасте по насыщенности и светлоте
Средний контраст по цветовому тону при большом контрасте по насыщенности или светлоте	Малый контраст по цветовому тону при большом контрасте по насыщенности или светлоте	Средний контраст по цветовому тону при малом контрасте по насыщенности или светлоте Большой контраст по цветовому тону при малом контрасте по насыщенности и светлоте

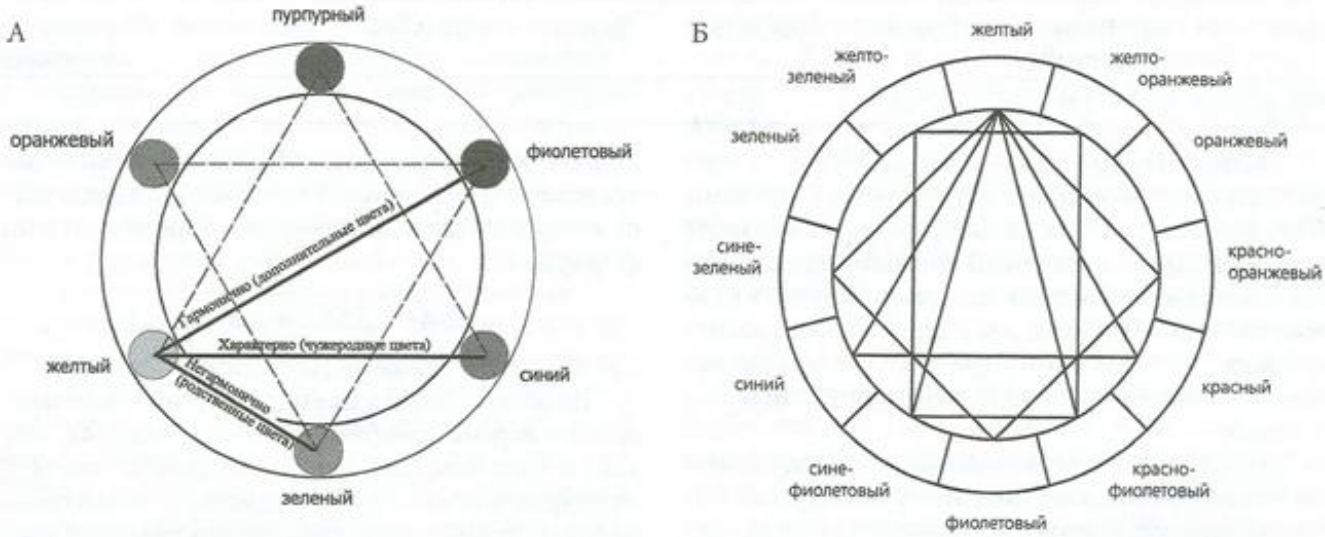


Рис. 6. Схемы получения гармоничных сочетаний цветов по Гете (А) и Иттену (Б)

ния их угловых размеров и яркостей, расстояния до наблюдаемого объекта, расположения в поле зрения, продолжительности восприятия. Количество цвета, являющееся мерой цветового ощущения, измеряется количеством порогов цветоразличения и имеет те же градации, что и цветовой контраст. Цветовая гамма, которую принято классифицировать как теплую, холодную и нейтральную, создает общее впечатление — цветовую тональность, например, серо-голубую, красно-коричневую, розовую и т.д.

Цветовая тональность — это общий цветовой облик, некое общее ощущение от данной цветовой гаммы. Это понятие можно рассматривать как адекватное понятию колорита в живописи. Объединение цветов по цветовой тональности — важная закономерность, создающая целостность и гармонию цветовых сочетаний. Возможности сочетаний цветных элементов в архитектурной среде интерьера и города при искусственном освещении, получаемые путем взаимодействия создаваемой полихромии ее материальных элементов и использования разноспектрального, в том числе цветного, света поистине неисчерпаемы.

Гармоничными называют сочетания цветов, вызывающие положительные психоэстетические реакции и оценки. Такие сочетания могут быть простыми и сложными, но, тем не менее, их многообразие может быть сведено к двум основным группам: ***контрастные*** и ***нюансные цветовые гармонии***.

Первая группа построена на противопоставлении, а вторая — на сближении цветов. Противоположность цветов может проявляться по-разному: по дополнительным цветам (с известной внутренней закономерностью их единства — в аддитивной субтрактивной смесях они дают ахроматический цвет), по светлоте (полярные белый и черный), по насыщенности, по фактуре (матовый и зеркально-глянцевый), по размерам площадей цветовых пятен и, наконец, по любой из психологических характеристик цветов (теплый и холодный, легкий и тяжелый, отступающий и выступающий и др.). Гете в своем «Учении о цвете» предлагает свою схему получения различных сочетаний красок на основе предложенного им цветового круга. Подобные схемы разрабатывались и усложнялись после него многими специалистами. Например, И. Иттен иллюстрировал различные возможности гармоничных цветовых сочетаний или созвучий из двух, трех, четырех или более цветов на двенадцатичастном цветовом круге (*рис. 6*).

В архитектурной и световой композиции очень важно явление так называемого ***одновременного цветового контраста***, при котором один и тот же цвет воспринимается по-разному в зависимости от того, какими цветами он окружен. Можно сказать, что под влиянием одновременного цветового контраста цвет объекта «сдвигается» в сторону цвета, дополнительного к цвету фона. Например, в помещениях, где осуществляется зрительная работа с цветными объектами — в цехах цветной полиграфии, ткацкого или лакокрасочного производства, в музеях и мастерских художников — насыщенный цвет

стен или пола искажает окраску объектов из-за наложения на нее цвета последовательного образа, дополнительного к цвету фона адаптации. Поэтому ограждающие поверхности в подобных помещениях рекомендуется окрашивать в ахроматические или малонасыщенные тона. Аналогичное явление может происходить при адаптации глаза на цветное освещение среды.

Если цветной объект находится на красном фоне, то на его восприятие влияет цвет, дополнительный к красному, т.е. голубовато-зеленоватый; поэтому желтый на красном становится зеленовато-желтым, голубой приобретает оттенок холодно-зеленоватого и т.д. Всякий цвет, находясь на фоне своего дополнительного цвета, выигрывает в насыщенности; например, синий на желтом выглядит более насыщенно. Этот эффект с успехом использовался в древнерусской иконописи и в работах художников начала XX века, например, А. Матисса. Свод проездной арки в первом этаже дома, окрашенный в красный цвет средней насыщенности или освещенный красным светом, может создавать впечатление высокой насыщенности, если видеть расположенную за аркой зеленую стену. Обратный эффект получается в том случае, если какой-либо объект находится на фоне одинакового с ним цветового тона, но большей насыщенности. Красный предмет на более насыщенном красном фоне теряет в насыщенности, «сереет» согласно общему правилу действия одновременного цветового контраста: к его собственному цвету как бы примешивается его дополнительный цвет — голубовато-зеленый. Серый же цвет на фоне хроматического приобретает оттенок дополнительного ему цвета (*рис. 1.2*).

Ослабить действие одновременного цветового контраста можно следующими способами: добавлением к серому цвету объекта (если он серый) при его окраске некоторого количества красного во избежание его позеленения на красном фоне или слегка подсветить его красноватым светом ночью при доминировании красного цвета фона; обведением границ объекта четким цветовым или световым контуром; соответствующим подбором светлот объекта и фона: например, если нежелателен зеленоватый оттенок пилястр при соседстве с красной стеной, их цвета днем подбирают разными по светлоте или обеспечивают разные уровни их освещенности вечером.

Одновременный цветовой контраст объясняет возникновение цветных теней. Как видно из *рис. 7*, тень на белом экране от предмета 1, освещаемая белым светом прожектора А, должна казаться белой (серой), а тень 2, освещаемая красным светом прожектора Б, — красной. На самом деле тень 1 — сине-зеленая, а тень 2 — красная. Экран, освещенный обоими прожекторами, розоватый от смешения красного с белым. Этот эффект может обнаружиться при разноспектральном заливающем освещении, например, портика, колонны которого будут обрисовывать тени на стену в его глубине.

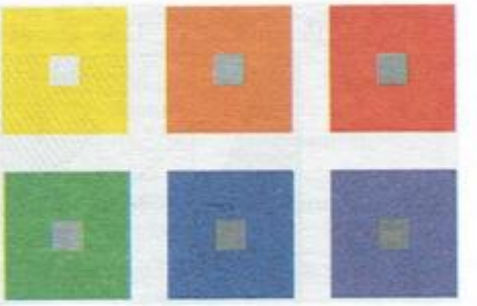


Рис. 1.2. Явление одновременного (симультанного) цветового контраста.
«Основной закон цветовой гармонии базируется на законе о дополнительных цветах. Симультанно порожденные цвета возникают лишь как ощущение и объективно не существуют. Они не могут быть сфотографированы» (*И. Иттен*). В центре каждого квадрата чистого (насыщенного) цвета помещен серый квадратик равной ему светлоты. При рассмотрении в отдельности каждого квадрата серый квадратик приобретает оттенок цвета, дополнительного цвету фонового квадрата

Явление одновременного цветового контраста важно учитывать при выборе цветовой отделки интерьеров и фасадов зданий и сооружений, если в одном помещении или в экстерьерном пространстве находятся источники света разной цветности излучения.

В основе явлений как одновременного, так и последовательного цветового контраста лежат особенности цветового зрения, в частности, цветовая адаптация. Поскольку участок сетчатки под непрерывным воздействием какого-либо цвета теряет чувствительность к последнему, насыщенные цвета воспринимаются таковыми при длительной к ним адаптации весьма кратковременно, быстро теряют насыщенность и как бы ахроматизируются (тем активнее, чем выше их яркость и насыщенность). Так, человек на городских улицах, освещенных желтым светом натриевых ламп, быстро привыкает к нему и практически не обращает внимания на окрашенность света. Пространство для длительного пребывания людей,

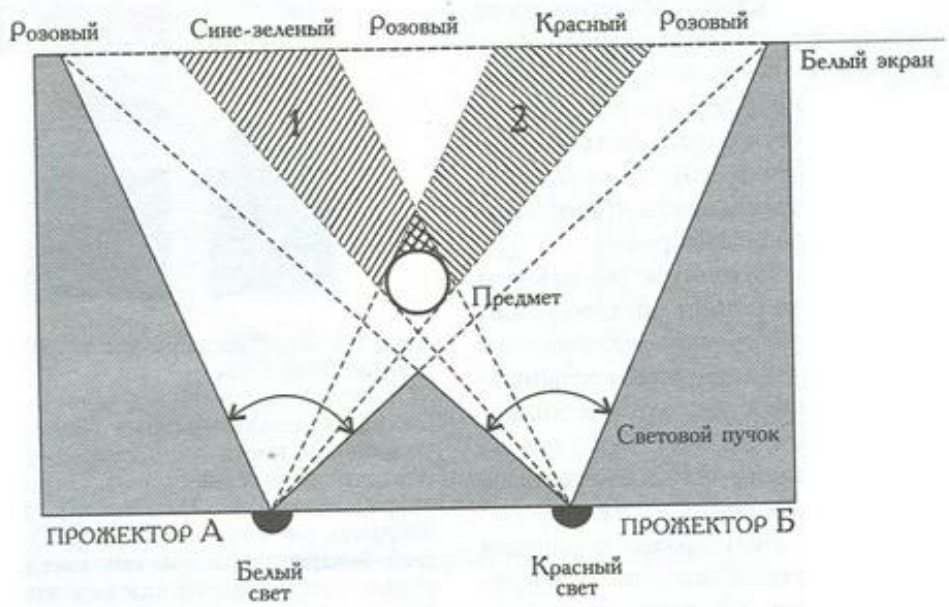


Рис. 7. Образование цветных теней

как правило, не должно быть решено в одном насыщенном цвете; насыщенный цвет можно использовать (при желании сохранения эффекта его насыщенности) для некоторых поверхностей лишь в сочетании с дополнительным, восстанавливающим чувствительность сетчатки.

Влияние цвета предыдущего объекта наблюдения, обусловившего характер предварительной цветовой адаптации, на восприятие следующего цветного объекта принято называть явлением ***последовательного цветового контраста*** (*табл. 1.5* и *1.6*).

Последовательные образы и последовательный цветовой контраст играют важную роль в архитектуре, в особенности при необходимости акцента на первом впечатлении от архитектурного объекта. Используя явление последовательного контраста, можно влиять на восприятие малонасыщенных цветов объектов. Для этого достаточно соседствующие пространства решить с помощью окраски ограждающих их элементов или хроматического адаптирующего (доминирующего) освещения в дополнительных или близких к ним цветовых тонах.

Если, например, смотреть некоторое время на яркое зеленое пятно, а затем перевести взгляд на белую (черную) поверхность (или закрыть глаза), то на ней проявится последовательный образ пурпурного цвета. Это происходит потому, что в сетчатке в пределах изображения зеленого пятна колбочки «зеленой» группы оказались перевозбужденными и для восстановления их чувствительности требуется время. На белом (черном) возникает ощущение цвета в результате работы двух остальных групп колбочек — «красных» и «синих». Постепенно «зеленая» группа колбочек восстанавливает чувствительность и последовательный образ пурпурного цвета исчезает. Как видно, цвет последовательного образа соответствует дополнительному, однако уже давно было известно, что он несколько отличается от дополнительного. Это отличие, замеченное еще Гете, было впоследствии неоднократно подтверждено экспериментальными исследованиями.

В реальных условиях восприятия мало кто сознательно фиксирует эти удивительные явления одновременного и последовательного цветовых контрастов, однако в условиях темновой адаптации в вечерней среде при наличии в поле зрения ярких цветных элементов — установок световой информации и рекламы, освещенных витрин и фасадов, фонтанов и зеленых насаждений, — они, существуя, нередко оказывают определенное влияние на эмоциональные оценки окружения. Поэтому, используя известные закономерности хроматического восприятия, можно на проектной стадии программировать эти эмоции.

Феномен цвета отражает как бы три условно выделенных процесса: физический (наличие цветового стимула — светового излучения), физиологический (преобразование световой энергии, действующей на глаз, в энергию возбуждения нерв-

ных клеток органа зрения) и психологический (результат работы мозга). Таким образом, основой цветового восприятия является объективный физический фактор, т.е. наличие материальной световой энергии. Это может быть прямой свет естественного или искусственного источника, а также свет, отраженный или прошедший через какую-либо светопропускающую среду.

В традиционной архитектурной практике, как правило, мы имеем дело в большей мере со световыми потоками, отраженными окружающими предметами. Все окружающие нас объекты и поглощают, и отражают, и рассеивают свет в широком диапазоне длин волн видимой области спектра. От избирательной способности отражать и поглощать свет и зависит цвет поверхности. Влияние спектрального состава излучения источника света, освещающего поверхность, на восприятие цвета этой поверхности принято называть ***цветопередачей***.

Появление этого термина связано с наличием огромного арсенала источников искусственного освещения с различными спектрами излучения, по-разному передающих цвет объекта по сравнению с привычным его видом в условиях дневного освещения. Оценивая правильность воспроизведения цвета того или иного предмета, мы, вероятно, полагаемся на свою память и общее представление о цвете данного предмета. Наше суждение формируется под влиянием привычек, опыта и т.д. Например, мы привыкли к «теплому» свету ламп накаливания, которым предшествовали в истории человечества родственные им пламенные источники (*см. п. 2.1*). За искажение цвета часто принимают нарушение привычных условий освещения. Так, после появления люминесцентных (в латинских языках — флюоресцентных) ламп, которые имели непривычный «холодный» оттенок, высказывалось мнение, что «флюоресцентный свет слишком холоден, он искажает цвета». В связи с этим при оценке цветопередачи различают правильную, или точную, цветопередачу, благоприятную (хорошую) и плохую цветопередачу (*см. п. 3.4*).

Термин «правильная цветопередача» получил широкое распространение. Его смысл сводится к тому, что цветопередача данного источника близка к цветопередаче другого источника, принятого за эталон. «Правильность» цветопере-

Таблица 1.5. **Цвета последовательных образов**

Цвет предварительной адаптации	Длина волны, λ, нм	Параметры последовательного образа	
		цветовой тон	длина волны, λ, нм
Желтовато-оранжевый	589	Синий	460
Голубой	493	Красный	630
Синий	453	Оранжево-желтый	586
Зелено-голубой	495	Желто-оранжевый	595
Пурпурный	540	Желтовато-зеленый	555

Примечание: цвет последовательного образа изменит восприятие цвета поверхности, на которую переводится взгляд после цветовой адаптации. В этом случае помогут данные *табл. 1.6* [34].

Таблица 1.6. **Влияние предварительной адаптации на восприятие цвета наблюдаемой поверхности**

Цвет предварительной адаптации	Цвет поверхности, на которую переводится взгляд					
	красный	желтый	зеленый	синий	фиолетовый	белый
	кажущийся цвет поверхности вследствие адаптации					
Красный	Грязно-красный	Зеленовато-желтый	Насыщенный зеленый	Голубой	Синий	Изумрудно-зеленый
Желтый	Пурпурный	Серовато-желтый	Голубовато-зеленый	Насыщенный синий	Насыщенный синевато-фиолетовый	Фиолетовый
Зеленый	Насыщенный красный	Оранжевый	Серовато-зеленый	Фиолетовый	Пурпурный	Пурпурно-красный
Синий	Оранжевый	Насыщенный золотисто-желтый	Желтовато-зеленый	Серовато-синий	Пурпурный	Оранжевый
Фиолетовый	Оранжевый	Насыщенный лимонно-желтый	Желтовато-зеленый	Голубовато-синий	Серовато-фиолетовый	Зеленовато-желтый

дачи оценивается индексом цветопередачи — мерой качества цветопередающих свойств источника света. В соответствии с предложенным МКО методом оценки качества цветопередачи пользуются так называемым ***общим индексом цветопередачи*** R_a. Это метод определения соответствия (при определенных условиях наблюдения) зрительного восприятия восьми цветных образцов средней насыщенности и одинаковой светлоты, освещенных исследуемым и стандартным источниками света. Однако общий индекс цветопередачи, определяемый на основе восьми колеров, нередко бывает недостаточным. Поэтому он может быть дополнен специальным индексом цветопередачи R_i, характеризующим качество цветопередачи источника света с использованием дополнительных цветных образцов большей насыщенности, а также воспроизводящих цвет человеческой кожи и естественной зелени. Он используется в случаях, когда требуются источники света с такой цветопередачей, которые создавали бы ощущения комфортности светоцветовой среды, — благоприятное восприятие лиц, макияжа, одежды людей и основных объектов окружающей обстановки. С этой целью определяют ***индекс цветового предпочтения***, оцениваемого не по отношению к эталонному источнику света, а по отношению к цветностям, предпочитаемым массовым потребителем.

По отношению к светоцветовой среде города это может означать выбор тех или иных источников света в системах освещения, формирующих городские светопространства, с учетом предпочтений человека, находящегося в них в течение какого-то времени. По аналогии с предпочтениями в «окраске» световой среды в интерьере с учетом его функции можно предположить, что в жилых дворах и в городских пространствах для отдыха, как и в жилом доме, для создания ощущения уюта и камерности предпочтителен тепло-белый свет, свет пламенных источников, а для создания «бодрящей» рабочей или официально-торжественной атмосферы, например, в пешеходных зонах общественно-деловых центров, целесообразно использовать нейтральный, солнечно-белый или холодно-белый «дневной» свет, ассоциирующийся с природным в околополуденное время и применяющийся обычно в производственных и офисных помещениях. Однако эти прогностические аналогии требуют научного подтверждения в практически неисследованных под таким углом зрения условиях вечерней городской среды.

Еще один феномен зрительного восприятия предопределяет многие оценки и суждения об окружающей хроматической среде — способность зрительного анализатора узнавать предметы по их отражательным свойствам в изменяющихся условиях освещения, получившая название ***константности восприятия***. Например, объективно спектры света, отраженного освещенными солнцем зелеными листками одуванчика и находящимися в тени желтыми его цветками, почти не отличаются друг от друга, по крайней мере, в видимом диапазоне спектра. Однако наши цветовые ощущения в этих случаях различны и совсем не соответствуют спектральному составу отраженного света. Цветок одуванчика, независимо от освещения, мы видим желтым, а его листья — зелеными. Подробных примеров можно привести очень много. Все они показывают, что наши цветовые ощущения коррелируют не только со спектральным составом излучения, отраженного от предмета, но и с его окраской (отражательной способностью). Одни и те же предметы в разных условиях освещения отражают свет разного спектрального состава. Мы не могли бы узнавать предметы, если бы не существовало механизма, который позволяет делать поправку на освещение. Эта способность цветового зрения объясняется тем, что цель зрительной системы состоит не в восприятии световых излучений как таковых, но в узнавании объектов внешнего мира на основе информации об излучениях. Зрение должно информировать нас о самих объектах.

Однако бывают ситуации, в которых механизм константности цветовосприятия не «срабатывает». Например, если человек не знает, какой цвет изначально (днем) имеет объект, освещенный ночью цветным светом, он приписывает цветность света цвету поверхности. Интенсивный хроматический свет способен «убить» цвет освещаемого объекта, особенно малонасыщенный и, тем более, ахроматический. Эту возможность при необходимости легко можно использовать для создания светоцветовой среды, совсем не похожей на дневную по своему колориту и эмоциональному воздействию.

Для архитектора, дизайнера, художника работа с цветом традиционно, почти автоматически и всеобъемлюще подразумевает работу с цветными материалами — пигментами, тканями, облицовочными панелями, плитками, пленками и т.д., в то время как наука о цвете рассматривает в каче-

стве главного «носителя» цвета свет и вариации разложения и смешения разноспектральных излучений.

Природа цвета долгое время оставалась загадкой. Вопрос «что такое цвет?» занимал еще Аристотеля, но только в течение последних трехсот лет наметилась реальная возможность получить на него научный ответ. Изучение этого вопроса продолжается и в настоящее время, а окончательный ответ, наверное, не может быть получен до тех пор, пока не будет полного представления о восприятии цвета как одной из функций человеческого мозга. Классическое цветоведение, которое началось с И. Ньютона, разложившего белый солнечный свет в полихромный спектр с помощью призмы, было создано физиками и естествоиспытателями Т. Юнгом, Дж. Максвеллом, Г. Гельмгольцем, Э. Герингом, М.В. Ломоносовым и др. И. Ньютон в своей книге «Оптика» писал, что световые «лучи... не являются цветными... в них нет ничего, кроме определенной способности их предрасположения вызывать у нас ощущения того или иного цвета». Таким образом, вместо того, чтобы говорить: «Этот свет красный», следовало бы сказать: «Цвет, вызываемый этим светом, красный». Это самая точная формулировка и по сей день. Однако в жизни мы приписываем цвет к основным свойствам предметов, воспринимаемых зрением, и говорим: «черный квадрат», «голубое небо», «зеленая трава».

Для объяснения особенностей цветового зрения, в том числе возникновения цветовых ощущений, наиболее известны трехцветная (трехкомпонентная) теория Юнга—Гельмгольца и теория оппонентных (противостоящих) цветов. Согласно трехкомпонентной теории каждый вид колбочек (красно-, зелено- и синечувствительных) реагирует на излучения довольно широкого диапазона волн, но красночувствительные колбочки реагируют преимущественно на монохроматические излучения с длинами волн 510—650 нм, а зелено- и синечувствительные — на излучения с длинами волн, соответственно, 500—600 и 400—500 нм (*рис. 5*). Гельмгольц разрешил противоречие, существовавшее в науке о цвете до середины XIX века между учениями Ньютона и Гете, исследовав разные способы получения цветовых ощущений [42]. В соответствии с трехкомпонентностью цветового зрения им определены три основные, или независимые, цвета — красный, зеленый и синий, ни один из которых не может быть получен путем смешения двух других в каких угодно количествах и которые в смеси в определенных пропорциях дают белый цвет, точнее, свет, поскольку речь идет о смешении хроматических излучений. Если же смешивать пигменты, с чем имеют дело практически все художники и, в более широком смысле, люди, работающие кистью и красками, основными цветами будут другие.

Способы и результаты получения того или иного цвета зависят от его «носителя» — света, излучаемого каким-либо источником, или света, отраженного поверхностью материального объекта. Различают два основных способа получения (воспроизведения) цвета — аддитивный и субтрактивный.

Аддитивное воспроизведение (от лат. additio — сложение) происходит при смешениии (суммировании, синтезе) цветных световых потоков, ***субтрактивное*** (от лат. soubtragere — вычитать) — при избирательном «вычитании» из света, падающего на отражающий (или светопропускающий) материал, части монохроматических излучений, что происходит, например, при отражении белого света от цветной поверхности или при прохождении его через цветной светофильтр.

Изучение способов и закономерностей смешения цветов дает представление об их многообразии, позволяет прогнозировать результат в зависимости от способа воспроизведения и учить архитекторов и других специалистов получать любой желаемый цвет. Общие закономерности смешения цветов различными способами по трем его основным параметрам отражены в *табл. 1.7.*

Предугадать результат смешения цветов по яркости просто: энергетическое (аддитивное) смешение суммирует интенсивности излучений, т.е. повышает яркость результирующего цвета, вычитательное (субтрактивное) смешение дает в итоге цвет меньшей яркости, чем исходные. Результат смешения по цветности помогают определить разработанные разными авторами колориметрические системы, в частности, в виде пространственных моделей цветового тела (Ламберт, Рунге, Манселл, Оствальд, Рабкин и др.) и более ранних и простых плоских цветовых кругов (Ньютон, Гете, Рунге). На цветовом круге Ньютона, работавшего с цветным светом (аддитивное смешение), результирующий цвет определяется средним цветом на линии, соединяющей два противоположных цвета (*рис. 1.3 А*).

Таблица 1.7. **Результаты смешения цветов разными способами**

Основные параметры цвета		Способы смешения цвета		
объективные	субъективные	аддитивный	субтрактивный	пространственный
Яркость	Светлота	Увеличивается	Уменьшается	Уменьшается
Цветность	Насыщенность	Снижается	Повышается	Снижается
	Цветовой тон	Изменяется	Изменяется	Изменяется
	При смешении основных цветов	Производный цвет		
Результат смешения основных цветов	При аддитивном смешении: К+З	Желтый	Грязно-коричневый	Охра
	При аддитивном смешении: З+С	Голубой	Темно-сине-зеленый	Серо-зеленовато-голубой
	При аддитивном смешении: С+К	Розовый (светло-пурпурный)	Фиолетовый	Грязно-пурпурный
	При субтр. смешении: К+Ж	Оранжевый	Оранжевый	Оранжевый
	При субтр. смешении: Ж+С	Белый	Зеленый	Серый

Цветовой круг Гете построен на исследованиях смесей пигментов (субтрактивное смешение), где выделены три независимые цвета и три цвета, полученные из их смесей (*рис. 1.3 Б*) [42]. Принципиальные схемы смешения основных цветов при аддитивном и субтрактивном способах показаны на *рис. 1.3 В–1.3 Г*.

Изменяя интенсивности световых потоков источников красного, зеленого и синего, т.е. основных цветов при аддитивном смешении, можно воспроизвести на белом экране любые цвета видимого спектра. Смешивая в определенных количествах, например, красный и зеленый, можно получить желтый, желто-оранжевый, желто-зеленый цвет пятна; в зависимости от соотношений красного, зеленого и синего можно получить тепло-белый либо холодно-белый. Для получения белого достаточно и двух потоков дополнительных цветов, т.е. любых двух цветов, которые при аддитивном смешении в определенных пропорциях дают белый свет того или иного оттенка, в том числе свет стандартных источников А, В, С. Примеры дополнительных цветов, дающих в сумме белый: синий+желтый, зеленый+пурпурный, красный+голубовато-зеленый.

Определить любую пару дополнительных цветов можно по диаграмме цветности МКО. Для этого нужно знать длину волны излучения λ_1 одного из цветов и, найдя ее на внешней кривой диаграммы, соединить прямой линией через точку белого цвета до пересечения с противоположной кривой, где и обозначается длина волны λ_2 дополнительного цвета. Например, дополнительным голубому цвету (λ_1 = 490 нм) при свете стандартного источника В (солнечный свет) будет оранжевый цвет (λ_2 = 595 нм) (*рис. 1.4*). Так же можно определить условную длину волны пурпурного цвета (500–500', 520–520').

Чем больше смешивается разных цветных световых потоков, тем ярче и тем менее насыщенным получается результирующий цвет.

Аддитивное смешение часто встречается в архитектурной среде: сложение цветных световых потоков от разноспектральных ламп в городском пространстве и в результате отражений от хроматических поверхностей объектов среды; в декоративном освещении объектов застройки и ландшафта; в световой информации и рекламе; в праздничных и концертных шоу в городских ансамблях. Аддитивное смешение лежит в основе устройства светодиодных осветительных приборов.

При обзоре дневной панорамы города или рассматривании удаленного многоцветного панно на фасаде, да и просто фасада, облицованного мелкой плиткой двух–трех цветов, мы сталкиваемся с разновидностью аддитивного смешения – с ***пространственным смешением***. Цветущее дерево, расположенное слишком далеко, чтобы можно было различать каждый его отдельный, по-разному освещенный лист и цветок, воспринимается как одноцветная совокупность некоторого количества разноцветных деталей. Так же мы видим с определенной дистанции цвет одежды, ткань которой может быть соткана из разноцветных нитей. Поскольку глаз не различает составляющие сложных излучений, мы восприни-

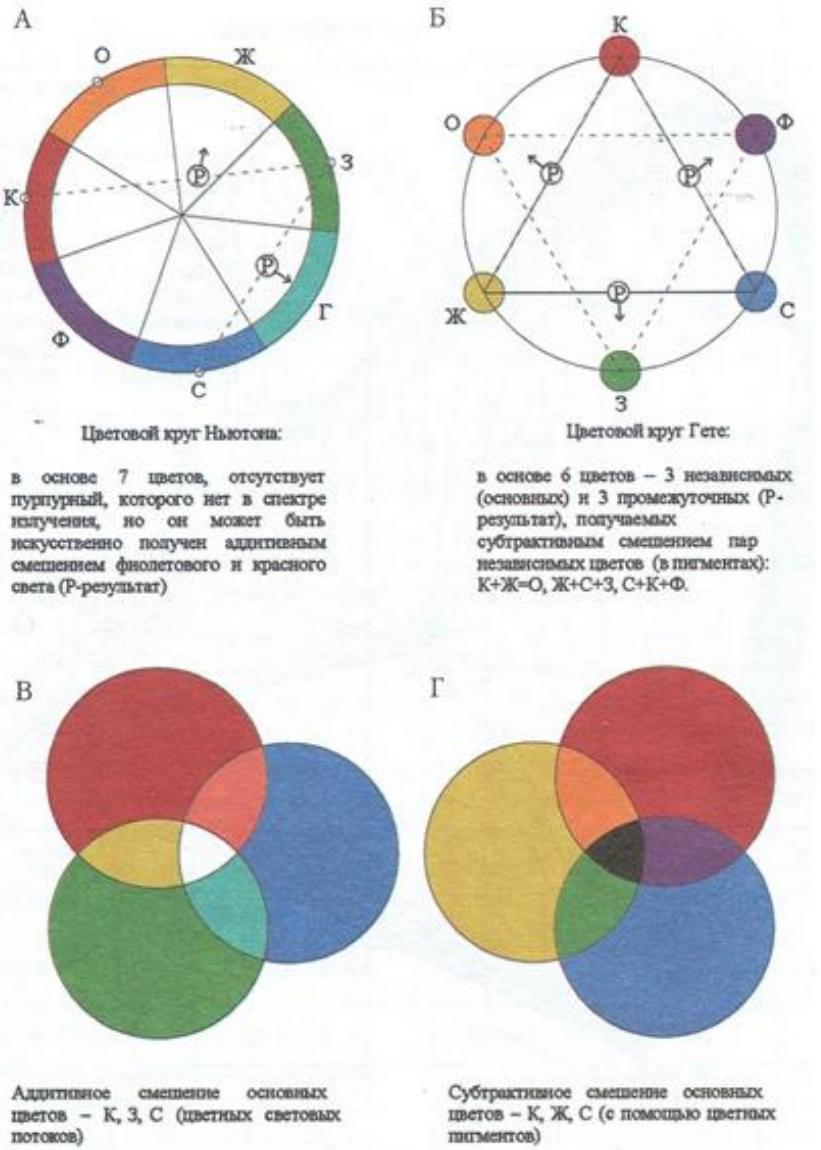


Рис. 1.3. Результаты смешения цветов аддитивным и субтрактивным способами

маем действие разных цветов как единый цвет. На каждую колбочку сетчатки воздействует последовательность различных цветовых стимулов, и колбочка реагирует восприятием цвета, усредненного в пространстве. На использовании этого способа основано цветное телевидение и другие системы современной визуальной информации, в том числе крупноформатные телеэкраны и светодиодные панно в городской среде.

Подобное смешение цветов использовали художники-пуантилисты, а также художники-мозаичисты, набирающие свои панно из небольших кубиков, отличающихся по цвету.

Пуантилизм основан на том, что глаз не различает по отдельности близко стоящие друг к другу мелкие цветные штрихи, а воспринимает их слитно как одно целое. В среднем глаз может различить две точки как раздельные, если они при наблюдении с расстояния 2 км отстоят друг от друга не менее, чем на 1 м. Для наблюдения с расстояния 25 см этому соотношению соответствует расстояние между точками, примерно, 0,125 мм. При этом угловой размер самой точки, чтобы быть различимой, должен быть не менее 1 мин, что соответствует отношению ее абсолютного размера к расстоянию до глаз 1 : 3450.

На аналогичном принципе усреднения цвета, но во времени, основано временно́е смешение цветов, осуществляемое, например, на диске Максвелла с нанесенными на него секторами разных

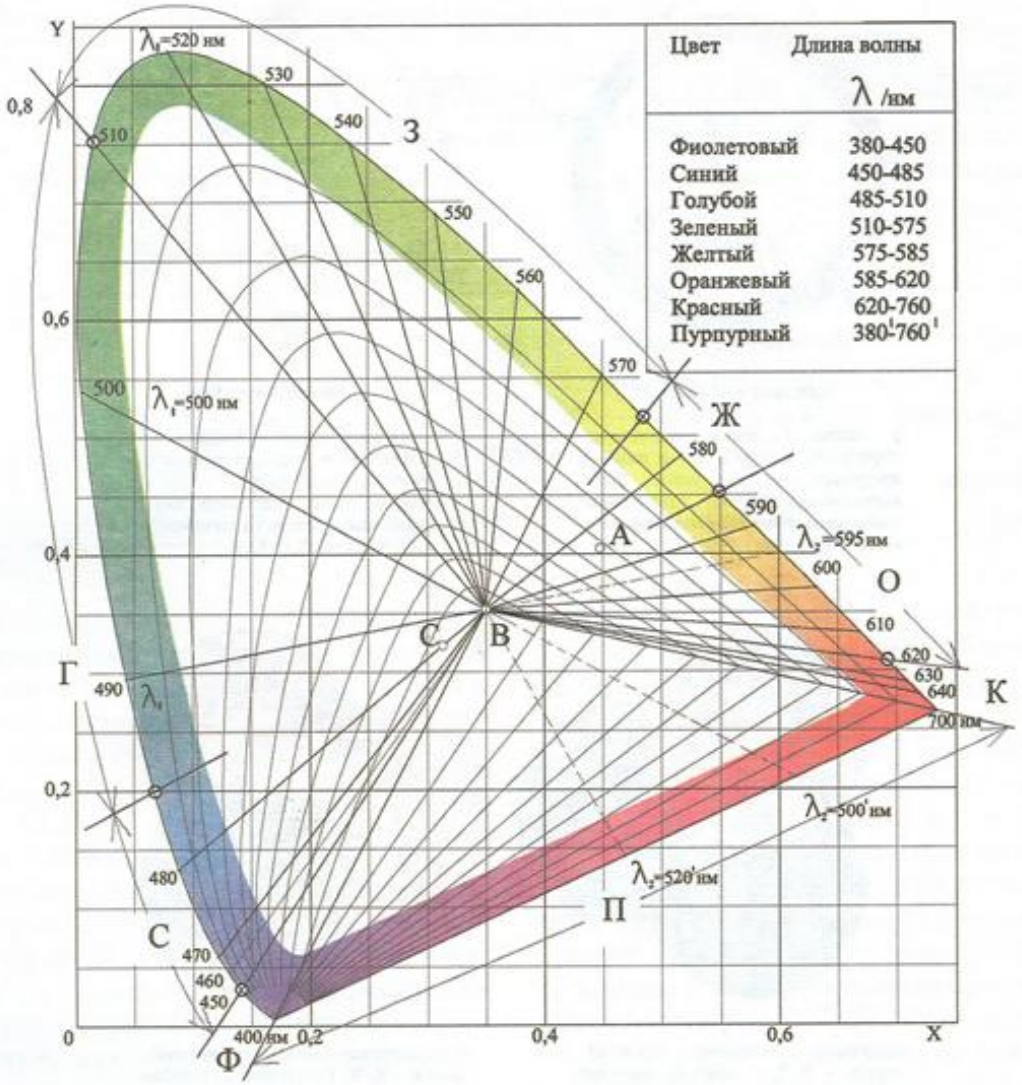


Рис. 1.4. Цветовой график X, Y (диаграмма цветности МКО) со стандартными источниками света (A, B, C) и условными границами участков спектра (семи цветов: Ф, С, Г, З, Ж, О, К) и пурпурного цвета (П). Оттенки пурпурного цвета, отсутствующие в спектре дневного света, получаются смешением фиолетового и красного излучений в разных пропорциях. Они оцениваются длиной волны спектрального дополнительного цвета со знаком штрих или минус (например, пара дополнительных цветов — голубого с λ_1 = 500 нм и красно-пурпурного λ_2=—500 нм или 500′ нм)

цветов, который должен вращаться с угловой скоростью не менее 50 Гц. Вследствие инерции зрения мы увидим «смазанные» цвета разных секторов в виде суммарного одноцветного круга с параметрами, приведенными как пример в *табл. 1.7* для пространственного смешения. В работе цветных телеэкранов от сети переменного тока как раз и используется пространственно-временно́е смешение цвета.

Субтрактивное воспроизведение цвета основано на последовательном «вычитании» из падающего исходного света при прохождении его через цветные стекла или отражения от цветных поверхностей части монохроматических излучений, которые поглощаются этими стеклами или частицами пигментов. Прошедший через эти слои свет изменяет свой спектральный состав, в результате чего образуется новый цвет. В субтрактивном смешении, по современной колориметрической версии, основными цветами, с помощью которых можно получить все другие цвета, являются желтый, пурпурный и голубой.

На *рис. 1.5* представлена схема общих закономерностей получения цветов субтрактивным

Рис. 1.5. Освещение белым светом разноокрашенных поверхностей (схема субтрактивного смешения)

способом из прозрачных (лессировочных) слоев, нанесенных на белую бумагу [33, 34]. Для того, чтобы вычитание цвета было осуществимо, необходимо, чтобы исходный цвет состоял из совокупности тех цветов, которые последовательно из него вычитаются, и содержал в своем спектре излучения тех длин волн, которые поглощаются при каждом последующем вычитании. Это условие заставляет выбирать в качестве исходного цвета белый со сплошным заполненным спектром излучения. С помощью избирательно поглощающих слоев трех красок — желтой, пурпурной и голубой — в нашем случае производится вычитание (поглощение) из белого света источника (синее + зеленое + красное) каждого из трех основных цветов. Изменением толщины поглощающих слоев вычитание регулируется так, чтобы в прошедшем (отраженном) свете основные излучения оказались в комбинациях, воспроизводящих нужные цвета (*см. табл. 1.7*).

Чтобы воспроизвести, например, желтый, надо на пути источника белого света поставить слой, пропускающий красные и зеленые лучи и поглощающий синие, т.е. слой желтого пигмента или желтый светофильтр. Красный можно получить следующим образом: взять красный краситель, пропускающий только красные и поглощающий синие и зеленые лучи, либо два слоя красителей — желтый и пурпурный. Комбинируя желтый, голубой и пурпурный, можно получать желтый, пурпурный, голубой, красный, зеленый, синий. При наложении всех трех красителей будет поглощен весь падающий свет, и мы получим черный цвет на белой бумаге.

В рассматриваемых нами примерах субтрактивного смешения степень поглощения краской тех или иных лучей белого света зависит не только от цвета и прозрачности краски, но и от толщины ее слоя. С увеличением толщины или уменьшением прозрачности (кроющие краски) поглощение лучей возрастает. Накладывая друг на друга слои двух или трех лессировочных красок различной толщины, мы можем получить самые различные цвета — зеленые, оранжевые, красные, фиолетовые, коричневые и т.д. На этих принципах основано получение многоцветных изображений в цветной фотографии, живописи, полиграфическом производстве.

Показанная схема смешения красок применима и для материалов, пропускающих свет (светофильтров) (*рис. 8*).

До сих пор в примерах рассматривались только такие краски и светофильтры, которые полностью поглощают одни и полностью отражают или пропускают другие лучи, т.е. идеальные красители. Однако в природе нет таких материалов и поверхностей, все красители обладают поглощением, отражением и пропусканием в пределах всего видимого диапазона спектра с максимумами в той или иной его зоне.

Параметры и качество получаемого цвета зависят, таким образом, от способа его воспроизведения и от спектрального состава излучения источников освещения, который, как известно, определяется их цветовой температурой и цветопередачей.

Проблема влияния освещения на восприятие цвета в архитектуре стала особенно актуальной с появлением и постоянным расширением номенклатуры разнообразных источников света.

Лампы накаливания (ЛН) с $T_ц$ = 2500–2854 К, в спектре которых преобладают оранжево-крас-

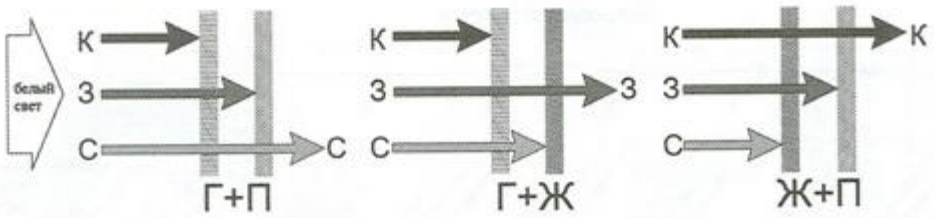


Рис. 8. Схема субтрактивного воспроизведения цвета («вычитание» основных цветов — красного — К, зеленого — З и синего — С — из белого с помощью светофильтров — голубого — Г, пурпурного — П и желтого — Ж)

ные лучи, усиливают «теплые» цветовые тона (красные, оранжевые) и ослабляют «холодные» (голубые, синие, фиолетовые). Они характеризуются высоким индексом цветопередачи (R_a = 100), но тем не менее значительно искажают цвета, поскольку для тепловых источников эта характеристика является условной. Применяя светофильтры, цветные колбы и отражатели (в зеркальных лампах), частично поглощающие оранжево-красное излучение (световой поток при этом снизится на 30—35%), можно повысить цветовую температуру ламп до 3500—4500 К. Галогенные ЛН с цветовой температурой до 3000—3500 К имеют более приятную, «мягкую» цветность излучения.

Цветность излучения люминесцентных ламп (ЛЛ) может быть самой разнообразной, в том числе хроматической, в зависимости от используемых люминофоров. Недостаток излучения в красной области и наличие голубых и зеленых линий ртути, избыточное излучение в желтой области и линейчатый спектр приводят к тому, что обычные (стандартные) ЛЛ белого света (в отечественной маркировке четыре «базовых» типа: тепло-белого — ЛТБ, белого — ЛБ, холодно-белого — ЛХБ и дневного — ЛД света) не всегда обеспечивают хорошую цветопередачу. Люминесцентные лампы улучшенной цветопередачи в отечественной маркировке имеют дополнительную букву Ц (ЛДЦ, ЛЕЦ и др.), в каталогах зарубежных фирм обозначаются как «делюкс», «суперделюкс», «экстраделюкс». Они имеют более заполненный спектр и индекс цветопередачи R_a = 85 и более (до 99 — *см. п. 2.2*). В декоративном освещении применяются цветные люминесцентные лампы (красные, зеленые, желтые, голубые, розовые).

Стандартные дуговые ртутно-люминесцентные лампы (ДРЛ) характеризуются недостаточным излучением в красной области спектра, поэтому при освещении такой лампой, свет которой имеет холодно-зеленоватый оттенок, наблюдается искажение цвета, особенно цвета человеческой кожи, т.е. они имеют лишь удовлетворительную цветопередачу. Некоторое «исправление» цветопередачи ламп ДРЛ достигается путем изменения относительного содержания красного излучения — отношения светового потока в красной области спектра от 600 до 780 нм к общему световому потоку лампы (так называемое «красное отношение»). Современные лампы ДРЛ «делюкс» и «суперделюкс» имеют R_a до 55 и более теплый оттенок излучаемого света ($T_ц$ 3000 К).

Металлогалогенные лампы (МГЛ) белого света имеют хорошую и отличную цветопередачу при достаточно высокой световой отдаче и являются на ближайшую перспективу наиболее перспективными источниками света для применения в городской среде. Сегодня выпускаются три основные модификации МГЛ по цветовому оттенку белого света — тепло-белого с $T_ц$ 3000—3200 К, нейтрально-белого ($T_ц$ 4200 К) и холодно-белого ($T_ц$ 5200 К и выше).

Кроме того, в архитектурном и декоративном освещении все более широко используются цветные МГЛ (*см. п. 2.2*).

Натриевые лампы низкого давления (НЛВД), являющиеся чрезвычайно эффективным источником света (самая высокая световая отдача) почти монохроматического излучения (линии натрия), обладают низким качеством цветопередачи. Такая лампа до неузнаваемости может изменить цвет многих объектов (почти до почернения). В отечественных установках городского освещения они практически не используются.

Натриевые лампы высокого давления (НЛВД) содержат в спектре «уширенные» линии излучения натрия, а также интенсивные линии в сине-зеленой части. Цветность излучения стандартных НЛВД имеет приятный золотисто-оранжевый оттенок и удовлетворительную цветопередачу, а свет натриевых ламп сверхвысокого давления, называемых НЛВД «белого света», напоминает свет ЛН и имеет R_a до 85, т.е. хорошую цветопередачу.

Ксеноновые лампы характеризуются непрерывностью спектра излучения и близостью его в видимой части к солнечному с $T_ц$ = 6100—6300 К. Ксеноновые источники света обеспечивают высококачественную цветопередачу, но из-за относительно невысокой световой эффективности и сложности обслуживания их применение в установках наружного освещения сведено к минимуму.

Пока малоизученными являются спектральные характеристики светодиодных осветительных приборов, от которых в ближайшей перспективе ожидается существенное расширение выразительных возможностей осветительных установок.

Требуемое практикой улучшение качества цветопередачи и более привлекательное цветовое окружение можно получить путем сочетаний в осветительных установках различных типов ламп. Например, добавление к излучению ламп ДРЛ излучения НЛВД улучшает субъективную оценку освещения и цветопередачи. Аналогичные результаты дает и комбинация МГЛ и НЛВД, осуществляемая иногда в одном прожекторе.

Таким образом, при освещении цветных поверхностей белым светом:

— наибольшим изменениям подвержены насыщенные цвета при прочих равных условиях;

— максимальное изменение цвета наблюдается при освещении лампами натриевыми, а также ДРЛ и накаливания; наименьшее — люминесцентными лампами типа «делюкс», МГЛ, ксеноновыми;

— для того, чтобы цвет объекта при искусственном освещении незначительно отличался от цвета при свете облачного неба (стандартный источник С), рекомендуется желто-красно-оранжевые и коричневые объекты освещать ЛН, НЛВД, ЛТБ, ЛБ, МГЛ тепло-белого света, голубые — лампами ЛДЦ, ЛЕЦ, МГЛ нейтрального и холодно-белого света, зеленые — ДРЛ, ЛН, МГЛ; синие — МГЛ холодно-белого света, ЛД; серо-бежевые — МГЛ и НЛВД (*табл. 1.8*) [34, 35].

Однако, учитывая разнообразие спектральных характеристик практически каждого типа ламп разных фирм и модификаций, данные *табл. 1.8* весьма ориентировочны. Кроме того, задача «буквального» воспроизведения «дневного» цвета в вечерней городской среде — задача проблематичная с точки зрения творческой и ситуационной: если, например, фасад здания окрашен в несколько разных, тем более, противоположных по цветовому тону цветов, какому цвету отдать предпочтение при выборе источника света?

С такой же ориентировочной точностью в *табл. 1.9* показаны особенности цветопередачи некоторых ламп и их сочетаний с другими видами освещения [34].

При выборе источников света в установках наружного освещения рекомендуется придерживаться следующих положений:

— цветность освещения в пределах архитектурного ансамбля, как важнейший параметр его световой композиции, должна выбираться в концептуальной части проекта освещения, и для реализации этой художественно-образной концепции источники света должны подбираться по их спектральному составу с учетом отражательных характеристик элементов материально-пространственной среды. При этом концепция может предусматривать как максимальное сохранение колористического решения, присущее ансамблю в дневное время, так и радикальное его зрительное изменение в ночное время;

— для цветного освещения лучше использовать источники света различного спектрального состава с учетом цвета облицовочных материалов. Наружные (не встроенные в световые приборы) цветные светофильтры в светильниках и прожекторах сложно обслуживать, поэтому их целесообразно применять только при временном декоративном и праздничном освещении;

— при выборе источника света следует принимать во внимание зрительное изменение цвета облицовочного материала и, при возможности, определять это изменение натурным светомоделированием;

— как указано выше, соответствующим подбором источников света можно создать цветовое решение, принципиально отличное от дневного. Для этого, если это не противоречит принятой концепции, целесообразно выбирать такие сочетания материала и источника, при которых цветовые изменения максимальны, а также использовать разные интенсивности освещения, изменяющие цветовые ощущения;

— заколонные пространства, ниши, порталы, лоджии, смежные фасады, акцентируемые детали и т.п. можно освещать источниками света, отличными по цветности от источников для освещения основной поверхности фасада. При этом не следует допускать дисгармоничных по цветности световых потоков в едином зрительном кадре;

— при частичной реставрации цветных облицовочных материалов фасада здания рекоменду-

Таблица 1.8. **Изменение цветовых параметров в зависимости от источников света**

Цвет материала при дневном свете (источник С)	Источник света	Цветовой тон	Насыщенность	Светлота
Светло-голубой	ЛН	Позеленение	Незначительное уменьшение	Незначительное уменьшение
	ДРЛ	Позеленение	Незначительное уменьшение	Незначительное уменьшение
	МГЛ	Почти без изменений	Без изменений	Уменьшение
	НЛВД	Значительное пожелтение	Уменьшение	Значительное уменьшение
Темно-синий	ДРЛ	Посинение	Значительное уменьшение	Уменьшение
	МГЛ	Незначительное позеленение	Уменьшение	Уменьшение
	НЛВД	Значительное позеленение	Значительное уменьшение	Уменьшение
Серо-бежевый	ЛН	Значительное покраснение	Увеличение	Незначительное увеличение
	ДРЛ	Незначительное пожелтение	Незначительное уменьшение	Незначительное увеличение
	МГЛ	Без изменений	Незначительное уменьшение	Незначительное увеличение
	НЛВД	Покраснение	Незначительное уменьшение	Незначительное увеличение
Темно-коричневый	ЛН	Значительное покраснение	Значительное увеличение	Незначительное увеличение
	ДРЛ	Покраснение	Уменьшение	Без изменений
	МГЛ	Покраснение	Уменьшение	Без изменений
	НЛВД	Значительное покраснение	Значительное уменьшение	Незначительное увеличение
Светло-зеленый	ЛН	Пожелтение	Уменьшение	Незначительное уменьшение
	ДРЛ	Незначительное пожелтение	Незначительное уменьшение	Без изменений
	МГЛ	Позеленение	Уменьшение	Без изменений
	НЛВД	Значительное пожелтение	Значительное уменьшение	Уменьшение
Темно-голубой	ЛН	Позеленение	Увеличение	Незначительное уменьшение
	ДРЛ	Незначительное посинение	Уменьшение	Незначительное уменьшение
	МГЛ	Незначительное позеленение	Без изменений	Незначительное уменьшение
	НЛВД	Значительное пожелтение	Значительное уменьшение	Уменьшение
Желто-зеленый	ЛН	Значительное покраснение	Незначительное уменьшение	Увеличение
	ДРЛ	Незначительное пожелтение	Значительное уменьшение	Незначительное увеличение
	МГЛ	Незначительное покраснение	Значительное уменьшение	Незначительное увеличение
	НЛВД	Значительное покраснение	Значительное уменьшение	Значительное увеличение
Красный	ЛН	Значительное покраснение	Увеличение	Увеличение
	ДРЛ	Незначительное покраснение	Значительное уменьшение	Незначительное увеличение
	МГЛ	Покраснение	Значительное уменьшение	Незначительное увеличение
	НЛВД	Покраснение	Значительное уменьшение	Значительное увеличение
Коричневый	ЛН	Значительное покраснение	Увеличение	Незначительное увеличение
	ДРЛ	Без изменений	Значительное уменьшение	Незначительное увеличение
	МГЛ	Незначительное покраснение	Значительное уменьшение	Незначительное увеличение
	НЛВД	Покраснение	Значительное уменьшение	Увеличение
Темно-зеленый	ЛН	Посинение	Незначительное увеличение	Без изменений
	ДРЛ	Незначительное посинение	Незначительное увеличение	Без изменений
	МГЛ	Посинение	Увеличение	Без изменений
	НЛВД	Значительное пожелтение	Значительное уменьшение	Незначительное уменьшение
Желтый	ЛН	Пожелтение	Увеличение	Незначительное увеличение
	ДРЛ	Незначительное позеленение	Уменьшение	Незначительное увеличение
	МГЛ	Без изменений	Уменьшение	Незначительное увеличение
	НЛВД	Покраснение	Уменьшение	Незначительное увеличение

Таблица 1.9. **Особенности цветопередачи ламп искусственного света**

Тип лампы	Особенности цветопередачи		Сочетание с другими видами освещения
	подчеркивание цвета	цвет лица	
Лампа накаливания	Красный, оранжевый, желтый	Румяный, желтоватый	Плохо сочетается с естественным светом
Люминесцентные лампы:			
тепло-белая ЛТБ	То же	То же	Удовлетворительно сочетается с естественным светом, хорошо — с лампами накаливания
тепло-белая улучшенной цветопередачи ЛТБЦ	Почти все, особенно красный, зеленый, телесный	Слегка желтоватый, загорелый	Хорошо сочетается с лампами накаливания
белая ЛБ	Все цвета в равной степени	Бледно-желтый	Плохо сочетается с естественным светом
естественной цветопередачи ЛЕ	Почти все в равной степени	Слегка розоватый, естественный	Имитирует естественный свет
холодно-белая ЛХБ	Синий	Холодный	Может сочетаться с естественным светом
дневного света ЛД	Сине-фиолетовый	Синюшный	То же
дневного света улучшенной цветопередачи ЛДЦ	Почти все в равной степени	Естественный, слегка холодный	Хорошо сочетается с естественным светом
Ртутная высокого давления ДРЛ	Зеленый	Зеленоватый	Плохо сочетается с другими видами освещения
Натриевая высокого давления НЛВД	Красный, желтый, оранжевый	Желтовато-оранжевый	То же
Металлогалогенная МГЛ	Все в равной степени	Естественный	Имитирует естественный свет

ется цвет новых материалов проверять визуально при тех же источниках света, которые установлены в осветительных приборах архитектурного освещения;

— МГЛ производства разных фирм даже при одинаковом типе ламп могут различаться по спектральному составу излучения и, следовательно, по цветности светового потока, поэтому одинаковые по светокомпозиционной функции или рядом расположенные приборы с такими лампами нужно проверять в натурных или лабораторных условиях.

В реальной практике традиционно и более часто рассматриваются вопросы искусственного «белого» освещения, не затрагивающие цветное. Пределы использования цветного освещения в еще большей степени, чем белого, определяются особенностями восприятия цветовой композиции, разрабатываемой по законам цветовой гармонии. Понятие о гармоничных цветовых сочетаниях, достаточно изученное художниками и архитекторами на примерах цветных пигментов и материалов, тем не менее представляет значительные трудности при его колориметрической формализации, особенно при цветном освещении полихромной среды. Действительно, рецепты гармоничных цветовых сочетаний, в основу которых, как правило, положено двухмерное представление цвета, в значительной мере усложняют поиски закономерностей и затрудняют формулирование каких-либо количественных соотношений при гармонических цветовых сочетаниях в их трехпараметральном измерении, характерном для искусственного освещения в городской среде. Исследования гармонических цветовых сочетаний, проведенные в МЭИ, позволили установить ряд общих закономерностей [34]. К числу закономерностей, существенных

Таблица 1.10. **Характер вероятных ассоциаций, возникающих при цветовом восприятии**

Цвета	Зрительные ассоциации								
	теплые	холодные	легкие	тяжелые	отступающие	выступающие	возбуждающие	успокаивающие	угнетающие
Хроматические:									
красный	+			+		+	+		
оранжевый	+					+	+		
желтый	+		+			+	+		
желто-зеленый	+		+					+	
зеленый		+			+			+	
зелено-голубой		+		+	+			+	
голубой		+	+		+			+	
синий		+		+					
фиолетовый		+		+	+				+
пурпурный	+		+		+	+			
Ахроматические:									
белый		+							
светло-серый		+							
темно-серый				+					+
черный				+					+

для цветного декоративного освещения архитектуры города, относят следующие:

— гармоничное сочетание цветов зависит не только от цвета поверхностей, но и от их угловых размеров и характера границ между ними;

— понятие гармоничного сочетания может быть применено только для цвета как трехмерной величины. Поэтому яркость цветов, составляющих гармоничное сочетание, и яркостные контрасты играют существенную роль в формировании цветовой гармонии;

— наиболее распространенные цветовые гармонии представляют собой классические сочетания контрастных цветов, рассматриваемых как результат избирательного отражения разноспектрального света первичных источников полихромными поверхностями материального мира (субтрактивное смешение) или как результат свечения цветных светящих элементов (в том числе, при аддитивном и пространственном смешении). Не исключено и существование этих случаев в едином зрительном кадре.

В определенных ситуациях при решении светокомпозиционных задач полезно вспомнить, что существуют связанные с цветом зрительные иллюзии и вызываемые им ассоциации, позволяющие в определенной мере зрительно трансформировать параметры трехмерной архитектурной формы — пространства, объема, пластики — или вызывать ту или иную эмоциональную реакцию (*табл. 1.10*).

Решая задачи выявления глубинности, многоплановости пространства освещаемого градостроительного ансамбля с использованием разноспектрального света разной интенсивности, а также, в определенных случаях, задачи иллюзорного изменения ширины и высоты архитектурного пространства, можно использовать эффекты зрительного «отступления» фоновых элементов и «приближения» первоплановых или акцентируемых светом объектов. Эта задача нередко возникает при освещении скульптурных монументов на фоне застройки или при желании «сократить» для пешеходов зрительно воспринимаемую длину пути, например, на подъеме рельефа, соответствующим освещением промежуточных и дальнего планов в конце перспективы. Определенное значение имеет не только цветность и яркость освещаемых элементов ансамбля, но и их расположение в поле зрения, также вызывающие разные ассоциации (*табл. 1.11*).

Правда, достоверно не известно, насколько данные *табл. 1.10* и *1.11* справедливы для условий ночной городской среды. К тому же в городской среде верхним элементом в поле зрения служит темное, «бездонное» или разных оттен-

Таблица 1.11. **Вероятные цветовые ассоциации в зависимости от расположения цветной поверхности**

Цвет	Расположение цветной поверхности		
	вверху	сбоку	внизу
Оранжевый	Оберегает, концентрирует внимание	Согревает	Обжигает
Коричневый	Прикрывает, тяжелит	Производит впечатление вещественности	Вселяет уверенность
Голубой	Создает впечатление легкости, неба	Охлаждает, отдаляет	Создает ощущение чистоты
Желтый	Облегчает, веселит	Возбуждает	Приподнимает

ков, нередко буроватое небо, а земля может стать цветной лишь при использовании не совсем ординарных приемов — цветного мощения в белом свете или цветного света на ее покрытии (асфальт, плитка, газон, цветник), особенно эффектного на снегу.

В заключение следует отметить, что упоминавшиеся выше оценки цвета в колометрии и колориметрические расчеты выполняются по отношению к так называемым стандартным источникам белого света, имитирующим, в частности, различные условия естественного освещения и свет тепловых излучателей. На диаграмме цветности МКО (*рис. 1.4*) положение этих источников в зоне белого цвета и в системе координат X, Y различно, поэтому цветовой тон и чистота цвета будут разными в зависимости от того, для какого «белого» они определены. В качестве стандартных приняты излучения абсолютно черного тела (АЧТ) при различных температурах и дневное излучение в разных погодных условиях.

Стандартное излучение А представляет собой излучение АЧТ при температуре 2856 К, спектр и цветность которого соответствуют излучению лампы накаливания.

Стандартные излучения В и С воспроизводят дневное излучение в видимой области спектра. Излучение В воспроизводит прямой солнечный свет при высоте солнцестояния меньше 30° с цветовой температурой 4874 К. Излучение С воспроизводит свет дневного неба, затянутого облаками, при высоте стояния Солнца менее 30° с цветовой температурой 6774 К [39].

Стандартное излучение Е — это излучение, спектральная плотность которого постоянна для всех длин волн видимой области спектра; оно является идеально белым (равноэнергетическим).

Диаграммы цветности МКО построены для стандартизированных белых излучений; определяя цветовой тон, чистоту и дополнительные цвета излучений, следует указывать, по отношению к какому белому (А, В, С и др.) они определялись.

Глава 2.
ТЕХНИКА И НОРМЫ ИСКУССТВЕННОГО ОСВЕЩЕНИЯ

Технические возможности осветительной техники и систем энергоснабжения исторически предопределяли все этапы развития, все успехи и неудачи городского освещения. На протяжении тысячелетий человечество довольствовалось «светом Прометея» — светом пламени горящего дерева, фитиля или струйки газа. И даже в этих условиях и великие, и безвестные зодчие всех времен знали цену «волшебному жезлу освещения» (Гете), естественного и искусственного, и пользовались им, творя чудеса в интерьерах и городских пространствах [26]. Но при пламенных источниках уровень технического развития мог обеспечить лишь минимальную освещенность. Эстетические задачи зодчих, мастеров инженерного и прикладного искусства в области искусственного освещения города в «доэлектрическую эру» сводились, по существу, к созданию красиво декорированных, но малоэффективных светильников, или, говоря по-современному, к дизайну фонарей уличного освещения.

Изобретение электрических источников света было революционным переворотом в осветительной технике, а затем и в сознании людей, имеющих к ней прямое отношение. Более того, это «открыло глаза» и широкой публике, с изумлением и восторгом взиравшей на первые презентации электрических фонарей, которые нам, искушенным, показались бы весьма примитивными.

В некоторые моменты истории в начале «электрической эры» творческие фантазии проектировщиков обгоняли реальные ресурсы электротехники (*см. п. 2.1*), но по прошествии определенного времени эти смелые в прошлом фантазии оказывались робкими и наивными шагами в освоении безграничного потенциала электрического света. Стихийное развитие мирового рынка электротехнических изделий при все возрастающих объемах их выпуска и производства электроэнергии приводило к росту количественных показателей в области городского освещения, а затем и к выработке комплекса некоторых требований к его качеству, что отражалось в разработке национальных, а затем и международных норм и стандартов. По ним можно судить и о социально-экономических возможностях, и уровне жизни в той или иной стране.

Сегодня архитектор, светодизайнер, светотехник может получить практически в любой «обитаемой» точке интерьера и городского пространства освещение любой интенсивности, любой цветности, с любым характером теней и любой кинетикой света. С помощью освещения можно вызвать впечатление цвета и формы там, где их нет, и уничтожить это впечатление там, где оно фактически должно быть. Следовательно, проблема лишь в том, чтобы в процессе разработки и реализации проекта выбрать оптимальные параметры освещения сообразно конкретной ситуации и авторской художественной концепции с учетом экологических и социальных потребностей и технико-экономических возможностей. В этом творцам светодизайна должна помочь наука о зрении, а также необходимые в любом искусстве **чувство прекрасного и чувство меры**.

2.1. Из истории искусственного освещения городов

С первых шагов истории человечества искусственный свет, или «свет Прометея», как его иногда называют, является все более важным условием жизнедеятельности людей и развития цивилизации. Источники искусственного света — факелы, костры, масляные, свечные, спиртовые, керосиновые фонари — долгое время применялись в городской среде как временные или переносные. Есть сведения, что ночные улицы античных городов — Афин, Рима и других — освещались масляными светильниками, кострами из смолистых деревьев, факелами. Масляные и свечные фонари или котелки с горящей смолой вывешивались на фасадах зданий Парижа и Лондона еще в XIV—XVI веках. В окнах, выходящих

на улицу, горожанам предписывалось в определенные ночи выставлять фонари или свечи.

Датой рождения стационарного уличного освещения принято считать 1667 год, когда на улицах Парижа при Людовике XIV были установлены 2736 масляных фонарей и организована постоянная служба городского освещения. К концу XVII века в Париже насчитывалось уже 6500 фонарей, к концу XIX века — около 53000. К началу XVIII века многие богатые города Западной Европы имели подобное уличное освещение, главное назначение которого было противодействовать ночным грабителям.

В России первое постоянное уличное освещение ввел Петр I: осенью 1718 года четыре фонаря со стеклом шарообразной формы, разработанные парижским архитектором Ж. Леблоном, установили у Зимнего дворца в Петербурге, а указом от 1721 года на именитых улицах новой столицы поставили еще 595 масляных фонарей, созданных по чертежам «машинного дела мастера» Петлинга. Несмотря на несовершенство (сила света масляного фонаря составляла всего 1—2 свечи) популярность уличных фонарей была велика. В июне 1725 года царь издал новый указ об установке на Большой Невской дороге скамеек под фонарями для отдыха прохожих.

В 1730 году по указу императрицы Анны Иоанновны велено было «на Москве, в Кремле, в Китае, в Белом и Земляном городах и Немецкой слободе по большим улицам для зимних ночей... поставить на столбах фонари стеклянные один от другого на 10 сажень, все в одну меру линейно...». В 1766 году в Москве было 600 фонарей на конопляном масле, которые светили до полуночи (большинство гасло раньше) 18 раз в месяц в безлунные ночи с сентября по май. Этот распорядок с некоторыми изменениями существовал до 1900 года. При Екатерине Великой в Москве было 3500 фонарей, а при Павле I к концу 1800 года в первопрестольной действовали уже 6559 фонарей. Общее время их горения в осветительный сезон было доведено до 920 часов.

Фонари на растительном (гарном) масле света давали мало, поэтому в течение XIX века велись поиски другого горючего. В разных странах и городах экспериментировали со свечами, хлебным спиртом, керосином, светильным газом. Свечи, особенно восковые, были дороги, спирт по вине фонарщиков быстро заканчивался (даже несмотря на его смесь со скипидаром или нефтью), промышленное производство керосина (минерального масла, впервые выделенного из нефти петербургским врачом М.Я. Лерхе в 1732 году и полученного по его технологии на Ухтинском нефтеперегонном заводе Ф. Прядковым в 1745 году) началось в США и стало поступать на рынки Европы лишь в середине 60-х годов XIX века. В эти же годы появились первые керосиновые лампы и уличные фонари, в том числе в Москве, где в 1863 году городская Дума объявила торги на устройство первых 2200 керосиновых фонарей. С 1865 года город стал освещаться исключительно керосином, а число фонарей достигло 9310. Улицы по интенсивности освещения, обеспечиваемой количеством горящих фитилей в фонаре и разным шагом фонарей, были разделены на 4 класса.

В те же 60-е годы XIX века на улицах Москвы появились первые газовые фонари, которые поначалу не могли успешно конкурировать с керосиновыми из-за более высокой стоимости газовых сетей при той же, примерно, световой эффективности. Эта конкуренция привела к усовершенствованию керосиновых фонарей. В 1901 году русский инженер Л.А. Галкин изобрел керосинокалильную лампу, сила света которой возросла в десятки раз. Керосинокалильные фонари использовались для освещения центральных улиц, а также при организации временных гуляний, зимних катков, на станциях и путях железных дорог.

Использование газа для освещения началось еще в глубокой древности в Китае и Месопотамии, где природный газ по бамбуковым трубам подводился в храмы и зажигался в торжественных случаях.

В Европе первые опыты с газовым освещением проделал французский инженер Ф. Лебон в 1786 году, разработавший способ получения светильного газа сухой перегонкой древесины и установивший в 1818 году газовые фонари в Париже. В Лондоне они были поставлены на улице Пэл Мэл в 1809 году. Затем они появились во многих городах Европы и Северной Америки (Вена — 1819 год, Берлин, Роттердам, Ганновер — 1825—1834 годы). В 1850-е годы Европа осуществляет окончательный переход к уличному освещению газовыми фонарями.

В России несколько газовых уличных фонарей появилось в Петербурге в 1821 году. В 1835 году их было 204. В обеих столицах газовое освещение появлялось, в первую очередь, на центральных улицах и площадях. В 1882 году австриец Ауэр изобрел газокалильную сетку, благодаря которой

эффективность излучения фонарей выросла до 40—50 свечей, а при проведенных в Москве усовершенствованиях — до 100—130 свечей. При подаче газа под давлением в фонарях на Сретенке силу света довели до 4000 свечей. И все же эра сменявших друг друга в течение более двух столетий пламенных источников искусственного света — доэлектрическая эра — к концу XIX века закончилась. С изобретением ламп накаливания и дуговых ламп-свечей и строительством первых электростанций на смену маломощному пламени пришел более эффективный электрический свет. Несколько десятилетий — с 70—80-х годов XIX века до 30—40-х годов XX века во многих городах мира сосуществовали в разных пропорциях спиртовые, керосиновые, газовые и электрические уличные фонари. В Москве последние керосинокалильные фонари были ликвидированы в 1931 году, газовые — в 1932 году.

Первая в истории установка уличного электрического освещения была продемонстрирована в 1874 году А.Н. Лодыгиным на Одесской улице в Петербурге. Поразивший очевидцев своей яркостью свет излучала в каждом из восьми фонарей созданная изобретателем в 1872 году лампа накаливания. Однако в первые десятилетия электрической эры в установках уличного освещения более широкое распространение получило изделие другого русского изобретателя — П.Н. Яблочкова, получившего в 1876 году патент на дуговую лампу-свечу. Ее триумфальное шествие по площадям и улицам Парижа, Лондона, Берлина, Мадрида, Брюсселя, Неаполя, Афин и других городов Европы под названием «русский свет» началось на Всемирной Парижской выставке 1878 года. В России «свечи» Яблочкова зажигаются в 1878 году в Петербурге (Литейный мост, площадь Александринского театра), в 1880 году в Москве (Петровские линии, сады «Эрмитаж» и Альгамбера, территория фабрики Алексеева и у ресторана «Яр»). До 1910 года дуговые лампы были преобладающими в уличном освещении и лишь потом стали заменяться лампами накаливания по мере их усовершенствования.

В 1912 году были установлены одобренные городской Управой нормы освещенности в разных районах Москвы. Все улицы и проезды были разделены на 5 классов в зависимости от характера уличного движения и общего благоустройства.

Изобретение электрического освещения стало революционным научно-техническим событием, давшим человечеству реальное средство для победы над ночной тьмой и создания комфортных условий жизнедеятельности не только в помещениях, но и на открытых пространствах. Современный город сегодня уже не мыслится без искусственного освещения. В развитых странах не только все города, но и населенные пункты и многие загородные магистрали имеют стационарное электрическое освещение. Оно стоит в сотни раз меньше, чем эквивалентное по своему действию освещение керосиновыми или газовыми светильниками, поскольку коэффициент использования и эффективность преобразования тепловой энергии в световую у ламп накаливания несопоставимо выше, а расходы на обслуживание значительно ниже, чем у пламенных источников света.

Еще выше эффективность разрядных источников электрического света, которые, начиная с 30-х годов XX века, вытесняют лампы накаливания из систем освещения городских пространств. В 1932 году были реализованы две первые осветительные установки с натриевыми лампами низкого давления на автострадах в Нидерландах и Великобритании. Ныне 95 % загородных автострад в Бельгии освещаются этими источниками. В конце 1930-х годов в Европе появились уличные светильники с ртутными лампами низкого и высокого давления, получившие широкое распространение в послевоенные 1950-е годы, а в 60-е годы — с натриевыми лампами высокого давления (в Москве — с 1975 года), ставшими за последние 40 лет доминирующими в системах функционального освещения улиц и площадей в городах всего мира. Излучая желтый свет, они создают характерную гомогенную окраску вечерней среды города и даже ночного облачного неба. Массовый переход в осветительных установках от ламп накаливания к более дорогим, но и более эффективным разрядным лампам был ускорен энергетическим кризисом, разразившимся в странах Запада в начале 70-х годов XX века. Сегодня в установках наружного освещения, к которым предъявляются повышенные требования по цветопередаче (стадионы, выставки, пешеходные зоны), все чаще используются металогалогенные лампы. В ближайшей перспективе — создание уличных осветительных систем на основе нового поколения источников света — полупроводниковых светодиодов (*LED*).

Вышеизложенная история вкратце отражает этапы развития лишь одного, сегодня наиболее массового вида осветительных установок — функционального освещения поверхности земли, точ-

нее — дорожных покрытий и, одновременно, пространств, в которых люди передвигаются пешком или на транспорте. Но «прометеев» свет в городе во все времена имел и другую функцию — творить прекрасное, что реализовывалось в прошлые века, во времена Ренессанса и барокко, даже при маломощных пламенных источниках, главным образом во временных праздничных и театрализованных световых представлениях, устраивавшихся по поводу коронаций, военных побед, рождений и именин царственных особ, посещений ими богатых городов. Это предыстория другого, сегодня бурно развивающегося вида осветительных установок — архитектурного освещения.

Праздничное освещение всегда было предметом особой заботы сильных мира сего, которые видели в нем инструмент укрепления и прославления своей власти. На старых гравюрах запечатлены некоторые из подобных событий — приезд принца Шарля в Брюгге (1515) или императора Чарльза в Гент (1717) в Бельгии, ошеломившее современников своим великолепием музыкально-сценическое представление в Мраморном дворе Версаля в 1674 году с применением большого количества масляных ламп на сцене, балюстрадах и карнизах дворца, в боскетах, фонтанах и по берегам каналов (*рис. 9*) и другие исторические прецеденты (*рис. 10*). Иллюминация собора Святого Петра в Риме сотнями свечных фонарей, существовавшая с 1547 года и поразившая своим эффектом Гете в 1787 году, совершенствовалась в течение последующих столетий. В 1814 году в Лондоне во время летних празднеств в честь победы над Наполеоном была подсвечена более чем 10 тысячами газовых светильников декоративная пагода на Китайском мосту в Сент-Джеймском парке, в 1858 году — Брандербургские ворота в Берлине. Это — первые известные образцы архитектурного освещения доэлектрической эры.

Сведения об устройстве в России праздничных иллюминаций и фейерверков встречаются в исторических хрониках уже в XVII веке. Но подлинное рождение этого искусства «зажигать звезды» следует отнести к эпохе Петра I, который с 1690 года лично участвовал в организации огненных представлений по сценариям, наполненным определенным содержанием. В ясных, легко доступных аллегориях народу сообщалось о событиях войны и мира, о баталиях и победах, о наступлении введенного царем Нового года. Семнадцатилетний царь создал ракетную лабораторию, просуществовавшую многие годы, и сам производил химические опыты, в результате чего нашел составы фейерверков различных цветов, чего еще долго не было на Западе. Первый российский император и его наследники придавали огромное значение силе воздействия на зрителей «огненных потех» как символов усиления государственности и блеска зарождавшейся империи. Они представляли собой масштабный синтез искусств, в котором ярко, пышно, шумно соединились портретная и театральная живопись, скульптура, архитектура, литература, музыка. При устройстве этих зрелищ, особенно в дни коронации императриц и императоров, от Екатерины I до Николая II, строились разнообразные сооружения и декорации и целые композиции, составленные из подвижных и неподвижных фигур и щитов-транспарантов с геральдическими эмбле-

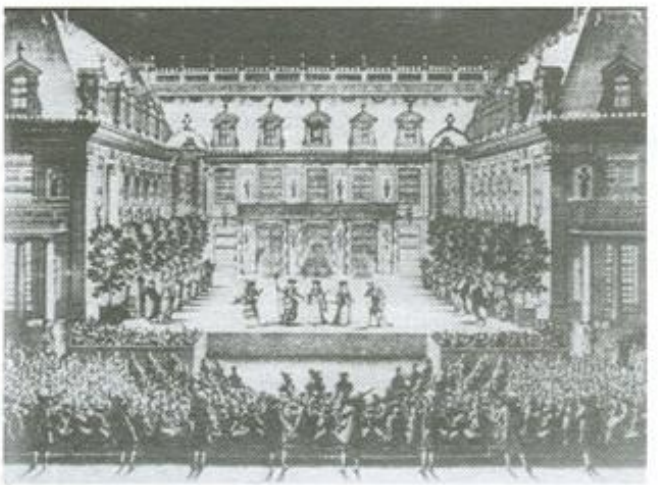


Рис. 9. Освещение Мраморного двора в Версальском дворце во время театрального представления 4 июля 1674 года

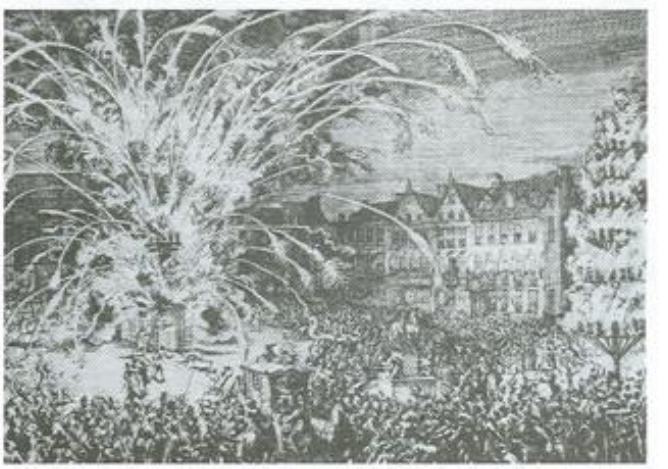
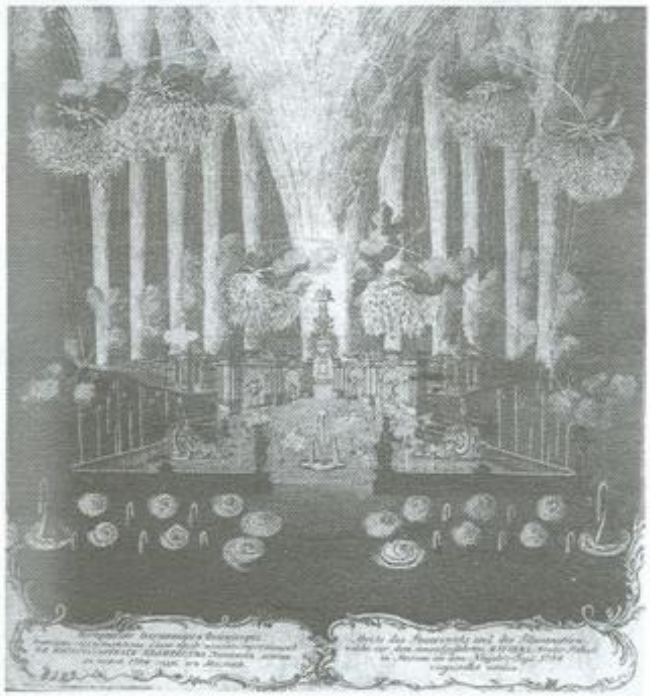


Рис. 10. Праздничный фейерверк в Брюсселе в XVII веке

Рис. 2.1. Освещение собора Святого Петра в Риме в начале XIX века

мами, аллегорическими изображениями, девизами и символами, выполненными горящими шнурами, светящимися формами типа больших фонарей, обтянутых промасленным холстом, с картинами на нем и источником света внутри. Беседки, арки, статуи, обелиски, а нередко и парковые аллеи, лестницы, фонтаны, фасады зданий иллюминировались плошками с горящим салом, тысячами свечей, ламп, цветных фонарей. В пиротехнических мероприятиях — создании и запуске ракет, бенгальских огней, «падающих звезд» и огненных линий — участвовали крупнейшие ученые Российской Академии наук М.В. Ломоносов, Я. Штелин, Х. Гольдбах. «В устройстве иллюминаций, как и фейерверков всевозможных родов, русские перещеголяли все народы», — писал англичанин Н. Рэксоль в XVIII веке — «веке фейерверков» в России (*рис. 11*). При коронации Александра I (1801) уже весь Московский Кремль со своими древними башнями и Иваном Великим переливался разноцветными огнями, представляя собой великолепное зрелище. Многие из иностранцев, видевшие иллюминацию собора Святого Петра в Риме, отдавали преимущества перед ней освещению Кремля. Подобные иллюминации в XIX веке стали устраивать в праздничные дни и на правительственных, и на частных зданиях. Архитектурная подсветка осуществлялась разноцветными шкаликами — стаканчиками, в которые наливали масло и опускали фитиль. Шкалики расставляли на повторяющих формы архитектурных сооружений специальных деревянных каркасах, которые днем изрядно обезображивали облик построек. Проведение «шкаликовой» иллюминации требовало участия множества исполнителей и больших финансовых средств. Фейерверки в XIX веке, кроме двух громоздких огненных творений в 1856 году (коронация Александра II) и в 1891 году (200-летие первого фейерверка Петра Великого), стали заметно проще по своим замыслам и исполнению. Зато большое распрост-



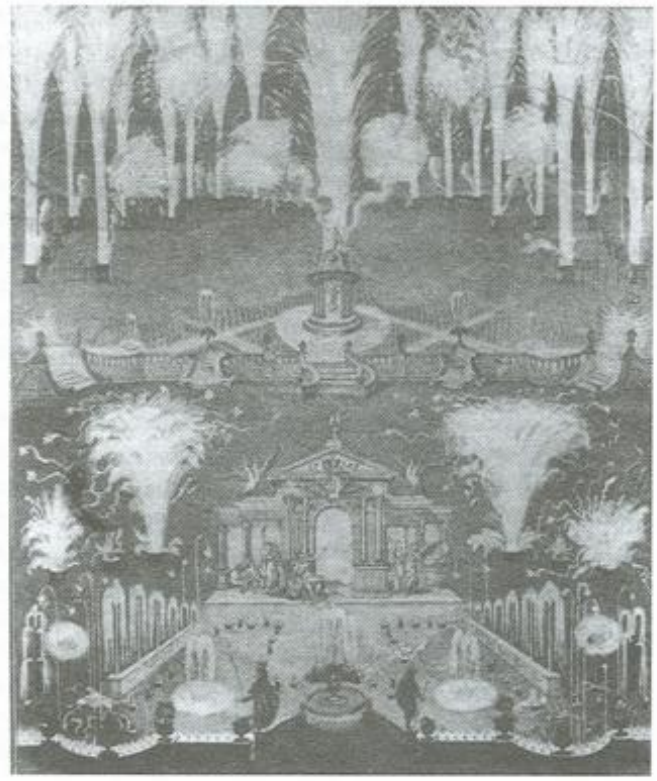


Рис. 11. Гравюры с изображением фейерверков по случаю знаменательных событий русской истории

ранение получила мода на иллюминирование садов и парков искусственными цветами, освещенными газовыми светильниками и испускающими каскады воды.

Опыт первых доэлектрических иллюминаций и фейерверков в определенной мере послужил основой современного архитектурного освещения, в частности, при создании «виртуальных» световых объектов, а также осветительных установок третьего вида — светоинформационных (светорекламных) — *см. п. 3.2.*

Первые практически пригодные образцы электрических ламп сразу после их изобретения были использованы в системах освещения интерьеров общественных и производственных зданий, художественного освещения фасадов и в наружной световой рекламе: с середины 70-х годов XIX века первые лампы накаливания А.Н. Лодыгина освещали цеха на верфях Адмиралтейства в Петербурге, в 1877 году дуговыми лампами было освещено здание Гранд Опера в Париже, в 1879 году — Мэдисон Сквер Гарден в Нью-Йорке, а в 1886 году — торжественно открытая Статуя Свободы на острове в городской бухте. Восемь ламп с силой света в 6000 кандел (свечей) каждая были установлены в факеле статуи, а шесть были размещены вокруг пьедестала. Этот первый опыт стал не очень удачной вехой в истории заливающего архитектурного освещения: основание было освещено гораздо ярче самой статуи, ее грудь и шея находились в тени, а рука с факелом была видна только от плеча до локтя. В 1917 году ситуация была улучшена внесением некоторых изменений в схему, но авторский замысел скульптора Ф.О. Бартольди — веер ярких лучей света, исходящих из короны на голове скульптуры, не реализован до сих пор, несмотря на семь последовавших в течение XX века реконструкций системы освещения. В том же году был освещен Капитолий в Вашингтоне. В 1892 году на Бродвее в Нью-Йорке появилось первое в США (а скорее всего, и в мире) световое табло на лампах накаливания Т. Эдисона, рекламировавшее популярный курорт Манхэттен Бич.

Активным толчком к повсеместному распространению электрического света стала Всемирная выставка в Париже в 1878 году, где П.Н. Яблочков впервые демонстрировал свою лампу-свечу. За ней последовала выставка 1881 года, где Т. Эдисон представил лампу накаливания, ставшую серьезной конкуренткой дуговых ламп и часто вместе с ними применявшейся в первых реализациях, а затем почти полностью их вытеснившей из городского освещения. В конце XIX—начале XX века всемирные и международные выставки следовали одна за другой (1880-е — Париж, Милан, Мюнхен, Луисвилль; 1890-е — Чикаго, Омаха, Париж; 1900-е — Париж, Буффало, Сент-Луис), а широко применявшийся на них электрический свет завоевывал в мире все большую популярность. Эти, как и все последующие выставки международного масштаба (с 50-х годов XX века — ЭКСПО), стали настоящей творческой лабораторией в области световой архитектуры и светового дизайна. На них экспериментально проверяется большинство технических новинок и художественных приемов освещения. Эйфелева башня, например, неоднократно служила «моделью» для демонстрации эффекта «кинжального» света «поисковых» (зенитных) прожекторов с дуговой лампой (1889, 1900, *рис. 12*), с разрядными лампами (наши дни), «световой графики» ламп накаливания и цветных люминесцентных ламп, рекламировавших компании Ситроен, Сименс и др., заливающего света наземных прожекторных батарей, локальной подсветки приборами с разрядными лампами и лампами-стробами в последующие годы. В 1899 году в Нью-Йорке состоялось ночное празднество, Юбилей Мира, активными участниками которого были «световой балдахин» над улицей и «драгоценная занавесь» из подсвеченных стеклянных призм. Обе эти инсталляции, как и применявшиеся в ходе предвыборной компании 1896 года световые проекции результатов выборов, стали предшественниками множества подражательных конструкций, использовавшихся на массовых мероприятиях первой трети XX века. Двухдневная иллюминация Нью-Йорка включала также высвеченные лампами накаливания контуры Бруклинского моста, купола, шпили и небоскребы Манхэттена и Бруклина, а прожекторы с дуговыми лампами на опорах моста и на берегах реки создавали в воздухе высоко над водой виртуально-световую арку.

Два главных собора Берлина в 1887 году были освещены двенадцатью дуговыми лампами. В 1895 году император Вильгельм II инициировал организацию, наверное, первого в истории «Фестиваля Света» и лично наблюдал за применением различных осветительных техник в центре города. На фасаде королевского дворца разместились 20000 газовых фонарей, а купол освещался дуговыми лампами и лампами накаливания. Дру-

Рис. 2.2. Картина «Москва. Кремль. Праздничная иллюминация 1883 года». *О.А. Гофман, Ю.Ю. Клевер.* 1884 год

гие здания были освещены более скромно. Через несколько десятков лет фестивали света стали весьма популярны в Германии, Европе, а затем и на всех обитаемых континентах Земли.

Массовые и эффектные электрические зрелища организовались и в России. В 1883 году в дни коронации Александра III на колокольне Ивана Великого загорелись 3500 ламп Эдисона. С кремлевских башен били лучи прожекторов с дуговыми лампами, направленные на соседние башни, на только что завершенный и освященный храм Христа Спасителя, окруженный электрическими фонарями. Тысячи пламенных источников на стенах и башнях Кремля, на дворцах и соборах дополняли феерическую картину, вдохновившую русских художников (*рис. 2.2*).

Шедевром осветительного искусства конца XIX века стала иллюминация Москвы в дни коронации Николая II в 1896 году. Электрическими гирляндами были прорисованы контуры башен, соборов и зубчатых стен Кремля, Большой театр и Московская городская дума, Красные ворота и множество других сооружений. На Тверской улице зажглись 99 фонарей с яркими лампами-свечами.

Таким образом, к началу XX века в индустриально развитых странах было сформировано необходимое количество технических подходов к электрическому освещению и в определенной мере сложилась профессиональная терминология.

В Европе и США в первые десятилетия этого века быстро развивалась техническая база отрасли — строились электростанции, разворачивалось производство светотехнической и электротехнической продукции, росли ее ассортимент и технико-экономические показатели, поэтапно снижались цены на энергию. Под влиянием электроиндустрии и захватывающих визуальных эффектов в художественной среде велись оживленные дискуссии о роли электрического света в архитектуре и искусстве. Далеко не все зодчие, особенно в США, принимали идеи стационарного электрического освещения фасадов, радикально изменявшего дневной облик архитектурных сооружений, в то время как инженеры — представители электротехнических фирм — и некоторые искусствоведы горячо пропагандировали новое мощное средство художественной выразительности. Синтез света, пространства и архитектуры писатель-утопист П. Ширбарт, вдохновленный успехами освещения Парижской выставки 1900 года, в 1906 году впервые назвал «световой архитектурой». Этому способствовало все более широкое использование стекла в архитектуре, которое давало небывалый эффект ночной невесомости освещенных изнутри зданий. Примерами стали светящиеся купола парижского универмага «Самаритен» из блоков цветного стекла (1907) и, в особенности, стеклянный павильон архитектора Б. Таута на выставке Веркбунда в Кельне в 1914 году.

В 1910-х годах во Франции и в 1920-х годах в США были установлены первые образцы газосветной («неоновой») рекламы, которая, как и цветные лампы накаливания, работала в динамическом режиме и создавала феерические картины на фасадах коммерческих зданий. Пути архитектурного освещения и световой рекламы уже тогда разделились и сегодня, через 100 лет, несмотря на принимавшиеся меры, они все еще не могут органично объединиться в большинстве городов мира.

В те же годы в США (1907) профессор архитектуры С.Х. Уокер прочел в Нью-Йорке лекции инженерам-светотехникам на тему «Электрический свет и архитектура». Он был первым, кто критически исследовал три основные сложившиеся к тому времени приема освещения архитектуры: контурное освещение (как архетип современного приема «световая графика»), освещенные изнутри остекленные проемы (прием «светящийся фасад») и заливающее прожекторное освещение. Как и другие до него, он констатировал, что контурное освещение уменьшает массы, поверхности и детали архитектуры, которые оно обрамляет; кроме того, лампы могли быть установлены также как автономные структуры в воздухе. Он приветствовал появление диффузного освещения через светопропускающие материалы как в рекла-

Рис. 12. Первые установки электрического освещения Эйфелевой башни в Париже: А — контурное освещение башни и «поисковые» прожекторы на ее вершине в дни Международной выставки в 1900 году; Б — прожекторы с дуговыми лампами, бьющие с вершины башни, где располагался офис Г. Эйфеля на Международной выставке в 1889 году; В — световое убранство башни — реклама фирмы Ситроэн на Международной выставке декоративных искусств. 1925 год

ме, так и в качестве архитектурного элемента. Однако его любимой формой было заливающее прожекторное освещение фасадов, которое, по его мнению, имело большой потенциал для украшения архитектуры. Уокер настаивал при этом, что объектами освещения должны быть только здания высокого архитектурного качества, с чем многие инженеры-светотехники не хотели согласиться. Взаимное непонимание архитекторов и светотехников в США длилось вплоть до 30-х годов XX века.

Первый наиболее ярко освещенный 47-этажный небоскреб — Зингер-билдинг в Нью-Йорке (1908) — сочетал первый и третий приемы при доминировании заливающего света (*рис. 13*). Триумфальная арка, главные общественные здания и все мосты вдоль Ист-Ривер в этом же городе в дни столетнего юбилея Гудзона—Фултона в 1909 году были освещены световым контуром, а Плаза-Отель — заливающим светом в сочетании с гирляндами лампочек. Фасады 10-этажного здания компании «Газ и электричество» в Денвере в 1910 году были расцвечены исключительно световым орнаментом из ламп накаливания (*рис. 14*). Силуэтная композиция офиса «Дженерал Электрик» в Буффало была освещена поярусно локально-заливающим светом прожекторов разных цветовых оттенков и завершалась куполом, с которого бил луч прожектора (1912) — *рис. 2.3*. Высотная часть небоскреба Вулворт-билдинг в Нью-Йорке заливалась светом сотен прожекторов с лампами накаливания с регулированием яркости венчающего элемента (1914). Ведущим специалистом многих проектов того периода в Нью-Йорке был главный светодизайнер компании Дженерал Электрик У. д'Арси Риан. Он применил мощные прожекторы при временном освещении Ниагарского водопада в 1907 году, паровые и дымовые завесы для создания своеобразных экранов для цветных рекламно-проекционых изображений при проведении ночных праздничных мероприятий, проводил исследования по выбору наиболее рациональных отделочных материалов для освещаемых фасадов.

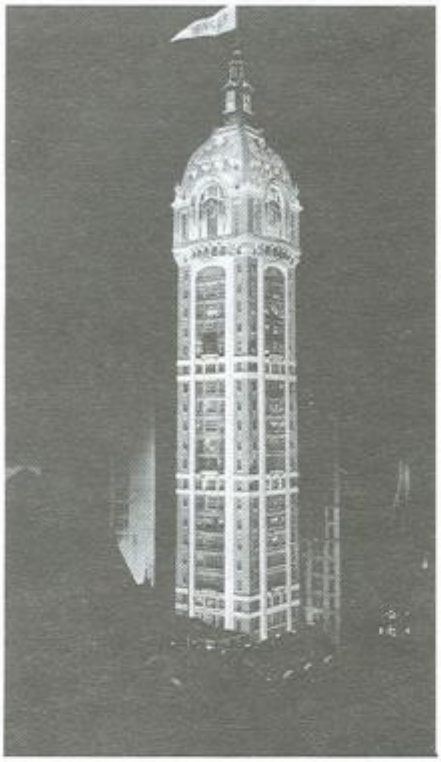


Рис. 13. Здание фирмы «Зингер», Нью-Йорк. Светодизайнеры У. д'Арси Риан, Ч.Ж. Армстронг. 1908 год

Рис. 14. Здание компании «Газ и электричество», Денвер, Колорадо. Светодизайнер С. Оэлманн. 1910 год

После окончания Первой мировой войны во многих городах США разрабатываются и реализуются многочисленные проекты фасадного, нередко цветного и регулируемого освещения. Электроэнергетические компании всячески стимулируют эти работы. В 1925 году газета «Нью-Йорк Таймс» торжественно отметила, что ночной облик города значительно изменился: Манхэттен — это «новый город света и цвета, ... сказочная страна ночи, ... город освещенных воздушных замков, которые тронуты кистью световых импрессионистов». Эта «современная архитектура со сверкающими вершинами зданий не имеет аналогов нигде в мире». В ряде публикаций на эту тему, в те годы весьма оживленных, была заявлена, однако, прямо противоположная модель освещения небоскребов. В 1930 году специалисты фирмы «Дженерал Электрик» в соавторстве с архитекторами выпустили буклет «Архитектура ночи», в котором рекомендуется поярусное освещение небоскребов снизу вверх, которое «добавляет элемент тайны, поскольку исчезновение света от основания к вершине усиливает перспективу, и наблюдатель видит исчезающее в ночи здание, что дает увеличение высоты» [69].

Распространение фасадного освещения, которое рассматривалось как эффективная реклама фирм, занимающих освещаемые здания, или, в целом, как пропаганда электроэнергетики и американского образа жизни, не остановила даже Великая депрессия 1930-х годов. Высвобождающаяся вследствие общего спада промышленного производства и потребления электроэнергия использовалась в прожекторных установках. Явление блестяще освещенных небоскребов в центре города создавало тревожащий контраст с темными окраинными районами. Лишь со вступлением США во Вторую мировую войну в 1942 году были введены ограничения на расход топлива и энергии.

Европа в этот период между двумя мировыми войнами также переживала бум в области архитектурного освещения, были ясные различия в подходах и принципах его решения в США и Франции—Англии—Германии—России.

Первая мировая война, а в России еще революция и гражданская война, затормозили общий технический прогресс, в том числе и в электротехнической отрасли. Однако уже в 1920-е годы послевоенное экономическое оживление и радикальные социальные преобразования в раз-

Рис. 2.3. Панорама Денвера (А) и 15-й улицы (Б) с освещенным зданием (В) фирмы «Газ и электричество» (светодизайнер С. Оэлманн). 1910 год

витых европейских странах привели к быстрой эволюции предвоенных авангардных течений в искусстве и архитектуре. В Германии в 1920-е годы сторонниками нового материала архитектурной выразительности — электрического света — стали, в отличие от США, молодые архитекторы Э. Мендельсон, Б. Таут, Г. Шарун, Э. Мэй, Л. Хильберсеймер, М. Брейер, В. Гропиус, Л. Мис ван дер Роэ, М. Вагнер, братья Г. и В. Лукхардт и другие. Во Франции идеи света в урбанизме и зодчестве пропагандировали Ле Корбюзье и А. Люрса, в советской России — архитекторы-конструктивисты. Берлин оспаривал, и не без успеха, первенство Парижа как первого «города света». Париж, Берлин и Лондон, в свою очередь, сравнивали свои достижения с США. Фоторепортажи из этих городов и Нью-Йорка устанавливали центральным критерием качества столицы появление профессионально освещенного ночного города. А Берлин в 1920-е

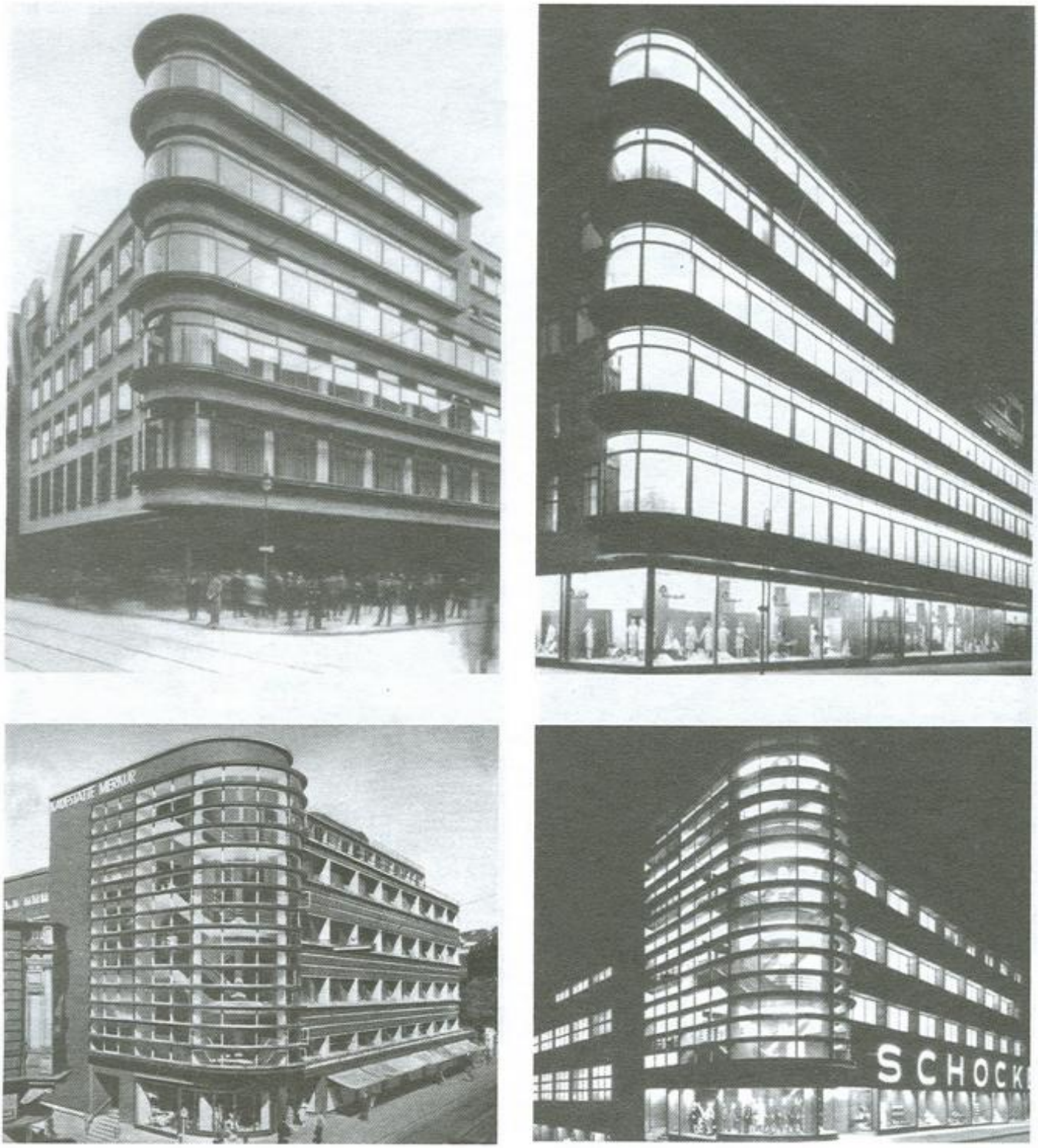


Рис. 15. Магазины «Р. Петерсдорф» в Бреслау и «Шокен» в Штудгарте. Одни из первых замечательных образцов световой архитектуры в Германии (архитектор Э. Мендельсон). 1928 год

годы был, возможно, столицей, наиболее обеспокоенной своим статусом и престижем.

Американский опыт в ночном освещении перенимался немцами в 1920-х годах с восхищением и насмешкой одновременно. Америка была и образцом, и соперником. Многие архитекторы, занимавшиеся освещением Берлина, черпали вдохновение в опыте Нью-Йорка, другие отвергали его, пытаясь создать нечто более совершенное. Дискуссии об архитектуре света, как часть известных архитектурных дебатов Веймарской республики, были особенно интенсивны в Германии, возможно, благодаря развитой там электропромышленности. История свидетельствует, что архитекторы и художники всей Европы разделяли увлечение немцев светом. Кинорежиссер Ф. Ланг, посетивший США в 1924 году, писал, что «вид ночного Нью-Йорка может занять центральную часть любого кинофильма... Улицы представляют собой бездны света движущегося, вращающегося, крутящегося — все это является утверждением счастливой жизни. Высоко над машинами и трамваями утопают в синем и золотом, белом и пурпурном свете небоскребы». Э. Мендельсон, создавший лучшие образцы архитектуры экспрессионизма и, в особенности, светового экспрессионизма (*рис. 15*), не без критики оценил освещение Бродвея как «световой цирк», который «очень редко совпадает с ритмом самих зданий». М. Вагнер, градостроитель Берлина в те годы, побывавший в Нью-Йорке, высказался за идею некоей эфемерной, воздушной архитектуры, как бы растворяющейся в потоках света и цвета. Вместе с этим его раздражали мощные световые инсталляции с использованием зенитных прожекторов на исторических небоскребах. В. Лукхардт, спроектировавший в Берлине оригинальное освещение фасадов нескольких зданий (*рис. 16*), в 1929 году посчитал ночное освещение Нью-Йорка примером женской сентиментальности, но отметил, что отсутствие рекламы на больших офисных зданиях достойно внимания, учитывая тот факт, что здания имеют хорошо просматриваемые фасады. Он видел в этом две причины: желание быть прекрасным влияет на коммерческие решения, а органичная интеграция рекламных плакатов на фасадах зданий в стиле историзма невозможна изначально. Эта прозорливая мысль актуальна и по сей день.

Американская мода освещения крупных офисно-коммерческих зданий, без использования названий фирм и продуктов, совершила настоящий переворот в рекламе. На это и обратил внимание В. Лукхардт, поскольку фасадное освещение в Германии в начале 1920-х годов развивалось преимущественно под знаком необходимости первенства световой рекламы (*Lichtreklame*), провозглашенной конструктивным искусством, которым занимаются «социальные художники». Архитектор Х. Херинг был одним из первых, кто предвидел потенциал световой рекламы. Подытоживая убеждения Веркбунда, он предсказывал в 1925 году, что ночное лицо архитектуры скоро будет намного важнее, чем дневное, что архитектура будет разрушена световой рекламой. Ведь характерен тот факт, писал он, что у коммерческих зданий больше нет архитектурного фасада, который просто стал рекламным знаком, шрифтом и освещенной панелью, остальное — только окна. Правда, благодаря вниманию, уделяемому архитекторами рекламе, в городах Германии появились фасады с превосходно закомпонованными светящимися шрифтами, которые были единственными пластическими элементами на стерильных плоскостях зданий нового функционального стиля. В этом также было отличие немецкой рекламы от Бродвея или некоторых улиц и площадей Парижа и Лондона, где яркие цветодинамические светорекламные вывески, которые, по выражению М. Горького, «царапают глаз», заполонили фасады исторических зданий центра. Э. Мэй назвал их «классическим антипримером».

Однако многие представляли открывающиеся возможности творчества в области освещения более широко. На первый план выходило художественное понимание феномена электрического освещения, совпадавшее с универсальными значениями и смыслами света, выраженными ранее в теоретических трудах, живописных и архитектурных произведениях. Еще 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». Дидро отмечает различие между светом естественным и искусственным. Характерно, что это различие разбирается в главе, где понятие «свет» относится к искусству. Не физическая проблема (получение света) стоит на первом месте, а художественное намерение, с которым свет создается — как это происходит в живописи.

Использование света всегда было вопросом искусства, даже когда художественная и архитектурная теория не давали для этого достаточных оснований. Есть некоторые данные, что **свет как таковой понимался архитекторами как философская основа зодчества**. В дискуссиях 1920-х годов проблема искусственного света в связи с открывшимися техническими возможностями рассматривалась как одна из самых интересных и волнующих проблем современной архитектуры. На первое место выходили вопросы использования света как нового строительного материала, одного из главных формообразующих параметров, наравне с функцией и традиционными конструктивными материалами, а также проблемы проектирования ночного города, различия подходов в вопросах освещения в Америке и Германии и, как финальный, затрагивался вопрос утопического ви́дения нематериальной, эфемерной архитектуры как ультиматум современной практике. «Целые здания стали проектироваться для этого светового искусства... И мы уже видим указание на великое будущее: глобальную архитектуру света. Эта чистая светящаяся архитектура станет последним вообразимым шагом в общем развитии нашей архитектуры», — писал государственный архитектор Г. Пфеффер в журнале AEG. В 1930 году в канун Великой депрессии журнал *Bauwelt* подвел определенный итог дебатам, которые велись вне центральных понятий функционализма и структурного рационализма: «Будет весьма сложно найти какую-либо конструкцию или новый строительный материал, который сможет предложить столь же много творческих возможностей, а также требовать столь же много внимания как свет» [69].

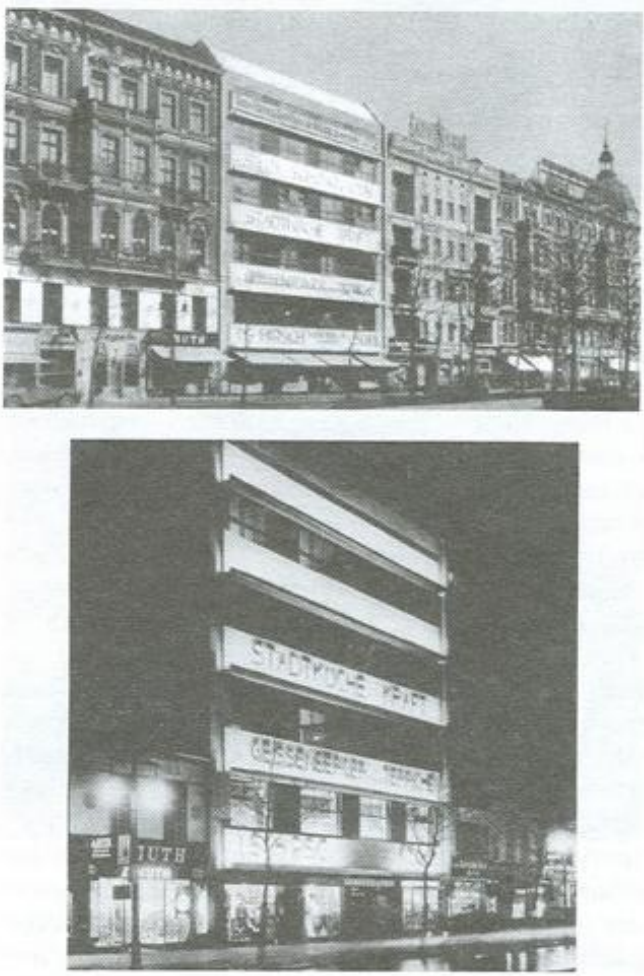


Рис. 16. Торговое здание в Берлине. «Обратные» световые карнизы из экранированных ламп накаливания (архитекторы — братья Г. и В. Лукхардт и А. Анкер). 1927 год

В популяризации электрического света в Германии важную роль сыграл И. Тейхмюллер, основатель Института светотехники при Высшем техническом училище в Карлсруэ, который на выставке 1927 года в Дюссельдорфе показал примеры «архитектурного освещения» и «световой архитектуры». Термин *«Lichtarchitektur»*, возродившийся через 20 лет после своего появления в новелле 1906 года «Мюнхаузен и Кларисса» П. Ширбарта, стал весьма популярным. Тейхмюллер исходил из положения, что свет как активное средство архитектурной выразительности является основным фактором выявления особенностей архитектуры любого здания. Такое понимание роли света еще не позволяло говорить о «световой архитектуре», правильнее определить его как «архитектурное освещение». Оно может стать «световой архитектурой», если освещение искусственным светом сможет создать совершенно своеобразные архитектурные эффекты, которые обязаны только свету, возникая и исчезая вместе с ним.

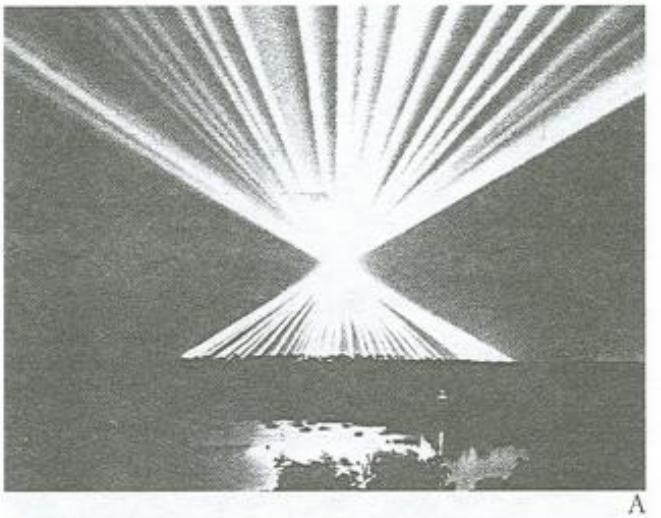
В. Гропиус, Ле Корбюзье, немецкий Веркбунд выражали сходные намерения относительно новых конструктивных материалов и методов производства. В. Гропиус сформулировал требование синтеза искусства, промышленности и торговли, и это сразу стало программой современности. В соответствии с этим требованием современные формы светодизайна должны быть интегрированы в архитектуру. В 1956 году, когда вышла замечательная книга «Световая архитектура» (в русском переводе — «Свет в архитектуре») [26], стало ясно, что эти ожидания во многих случаях осуществи-

лись. В. Лукхардт и В. Келер, а позднее Н.М. Гусев и В.Г. Макаревич [18], трактовали новый термин более широко: свет естественный и искусственный во все века был для великих зодчих архитектурным, формообразующим материалом, творческое использование которого давало высокие образцы световой архитектуры.

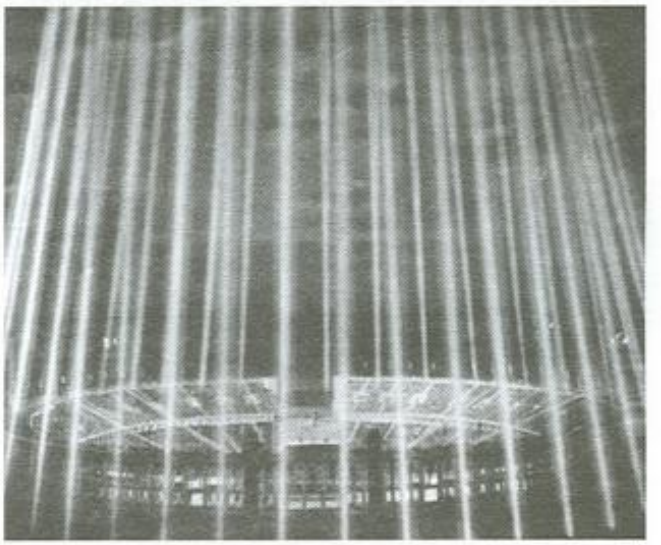
Убедительный визуальный и метафорический эффект электрического света с успехом использовали в своих идеологических целях нацисты, применив все ключевые идеи и достижения предшествующего периода, включая опыт США. А. Шпеер, главный архитектор Третьего рейха, с 1933 года экспериментировал с мощными зенитными прожекторами, создавая впечатляющие «соборы из света» (*рис. 17*) и световые инсталляции в честь знаменательных для фашизма событий в Нюрнберге и Берлине в 1934, 1936 и 1937 годах. По всей Германии с целью пропаганды режима проводились различные праздники и фестивали света на основе временных световых установок, начало которым было положено еще во второй половине 1920-х годов во многих странах Европы.

Вторая мировая война в очередной раз прервала развитие цивилизационного прогресса. Многое из достигнутого в области художественного освещения было предано забвению или отошло на третий план и в послевоенные годы восстановления, и в годы энергетического кризиса 1970-х годов.

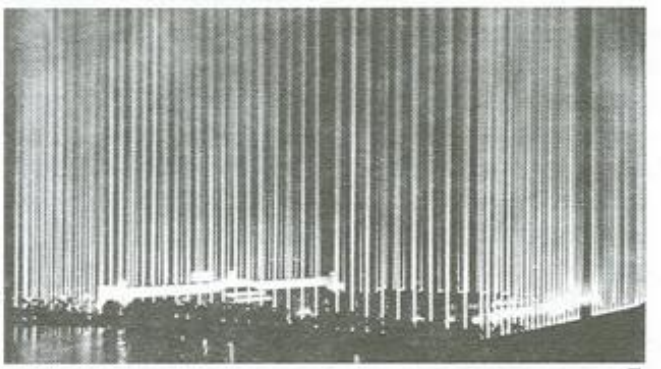
Сразу после войны в честь ознаменования победы над фашизмом в столицах и крупных городах стран-победительниц были осуществлены грандиозные световые инсталляции. В Москве после почти четырех лет светомаскировки это был исторический, впечатляющий салют Победы 9 мая 1945 года (*рис. 18*). В небо взлетели миллионы разноцветных звезд фейерверка, сотни военных прожекторов устремили в небо свои лучи, образовав над Кремлем гигантский световой купол. В Лос-Анджелесе 27 октября 1945 года «световой собор», состоящий из ста сходящихся лучей зенитных прожекторов, был создан над Мемориальным Колизеем (*рис. 19*). Чтобы избежать любого сходства со световыми инсталляциями А. Шпеера, организаторы оборудовали прожекторы вращающимися светофильтрами, чтобы получить многоцветную изменяющуюся «корону света». В Лондоне летом 1946 года «освещение Победы» превратило центр города в светящуюся «сказочную страну», образованную прожекторным освещением зданий, иллюминацией фонта-



А



Б



В

Рис. 17. «Световые соборы» (*Lichtdom*), созданные лучами зенитных прожекторов по проектам А. Шпеера и Э. фон дер Траппена: А — на церемонии встречи Б. Муссолини в Берлине в 1937 году; Б — на церемонии закрытия Олимпийских игр в Берлине в 1936 году; В — на встрече политических лидеров нацизма в Нюрнберге. 1939 год

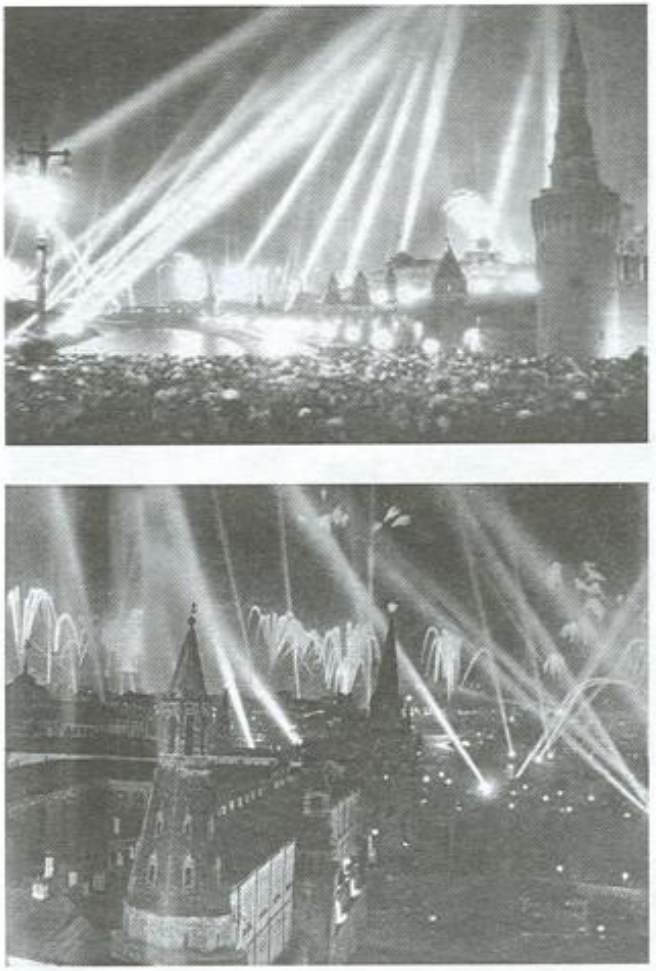


Рис. 18. Салют Победы в Москве 9 мая 1945 года

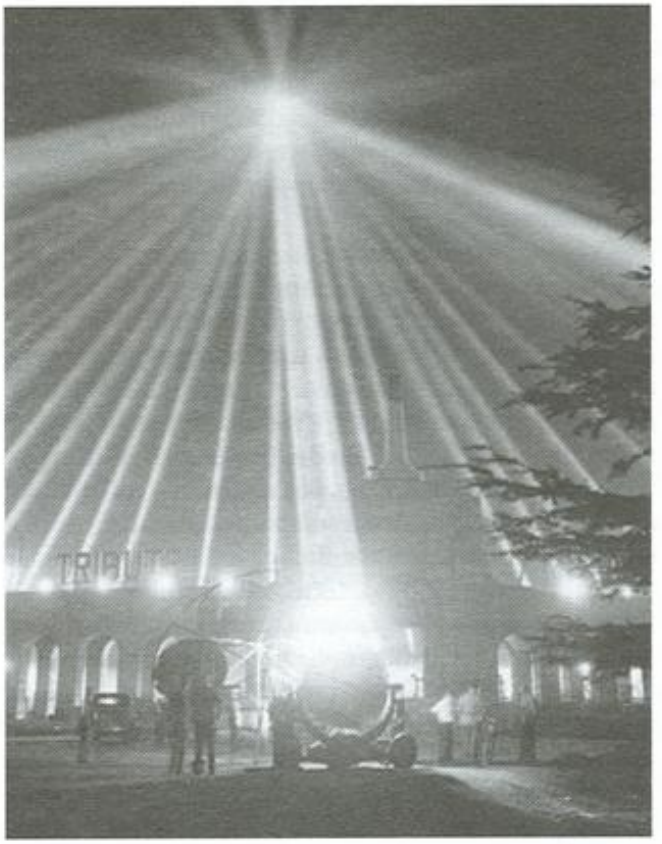


Рис. 19. Цветные лучи зенитных прожекторов над *Los Angeles Memorial Coliseum* в честь Победы во Второй мировой войне 27 октября 1945 года

нов и фейерверками. Светодизайнеры показали, что хотя бы одна из принадлежностей войны — зенитные прожекторы ПВО — может демонстрировать искусство мира. Движущиеся лучи прожекторов были окрашены в королевские цвета. Два неподвижных голубых луча образовали гигантский знак *V* («*Victory*») в небе над Букингемским дворцом, фасад которого был освещен красным, белым и синим светом.

В Германии реконструкция освещения в послевоенные годы опередила восстановление городской застройки настолько, что только вечером человек мог чувствовать себя в безопасности и более или менее ясно представить очертания будущих кварталов.

В архитектуре США в послевоенный период укрепились позиции функционализма, чему способствовала эмиграция в эту страну крупнейших немецких и европейских архитекторов В. Гропиуса, Л. Мис ван дер Роэ, М. Брейера, Р. Нейтры и др. В соответствии с принципами интернационального стиля появились каркасные здания с полностью остекленными фасадами, интерьеры которых освещались новыми люминесцентными лампами и воспринимались как полноценное олицетворение довоенных представлений о световой архитектуре, представляя светящееся ядро в стеклянной оболочке. По цветности и интенсивности свечения они значительно отличались от довоенных аналогов с лампами накаливания. Фирма СОМ (Скидмор, Оуингс и Меррилл) в 1952 году создала первое здание-«манифест» нового стиля — Левер-хауз в Нью-Йорке (*рис. 20*), за которым последовали многочисленные подражания в других городах и странах. Не менее знаменитый Сигрэм-билдинг, возведенный неподалеку на Парк-авеню в 1958 году по проекту Мис ван дер Роэ и Ф. Джонсона, дал аналогичную интерпретацию темы света (*рис. 21*) в современном высотном офисном здании, материализующую раннюю мечту великого немецкого архитектора о «башнях света». Каждое из них светилось как гро-

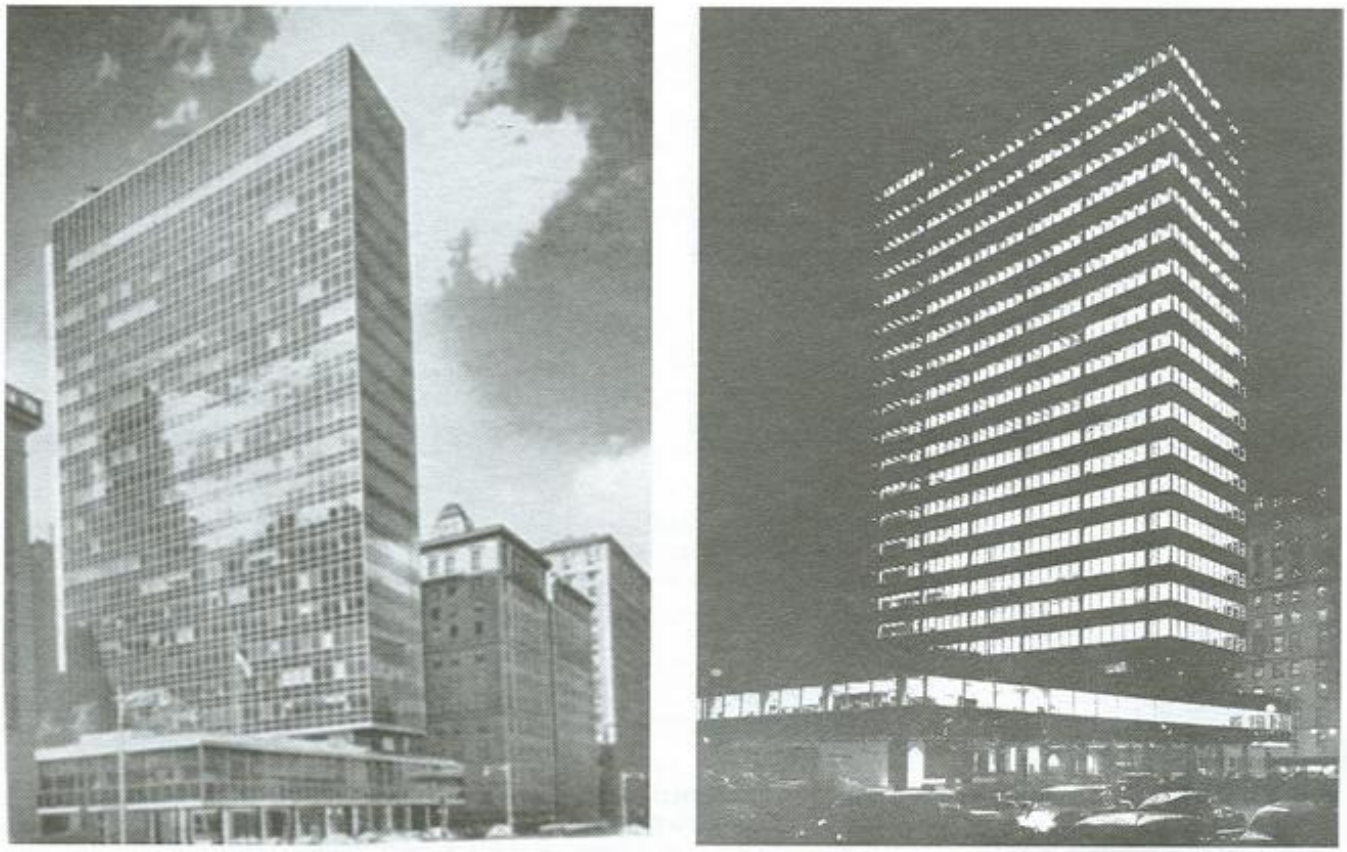
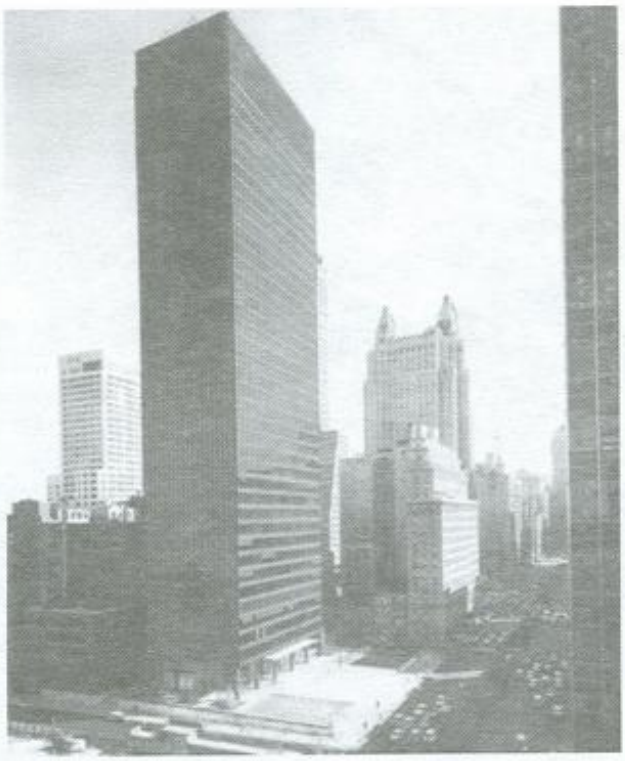


Рис. 20. Здание Левер-хаус в Нью-Йорке (архитектор Г. Баншафт). 1952 год. Зеркально отражающий днем, вечером фасад становится самосветящимся, изменяются масштаб и тектоника здания

мадный цельный кристалл благодаря специально запроектированной системе дежурного встроенного потолочного освещения вдоль поэтажных витражных лент, которое радикально меняло дневной тектонический строй фасадов и архитектурный образ здания в целом. Из интровертивного, непроницаемого благодаря зеркальному остеклению днем вечером он становился экстравертивным, хорошо просматриваемым снаружи со всеми своими интерьерными «потрохами».

Еще один послевоенный небоскреб, уже в Европе, привлек внимание общественности своей оригинально разработанной световой архитектурой — офисное здание фирмы «Пирелли» в Милане (*рис. 22*). Его называли наиболее изящным европейским небоскребом того времени. Его автор, архитектор Д. Понти, прорабатывал форму здания и вопросы его дневного и ночного освещения на макетах. «Освещение будет одним из главных элементов пространственной архитектуры», — считал он, осуществляя основной принцип световой архитектуры: свет используется не только для освещения дома, но прежде всего как средство творческого решения архитектурной задачи. Еще в 1957 году он предсказывал рождение нового ночного города и новой фантастической самосветящейся архитектуры, полагая, что та находится только в начале эры освещения. Это свидетельствует о том, что накопленный до войны опыт был практически неизвестен. Д. Понти считал заливающее освещение примитивным и варварским приемом. Позже, в 1970 году, он писал: «...искусственное освещение... напоминает зодчему об одной из основных функций архитектуры: служить не только утилитарной цели, лежащей в ее основе, но и «смотреться», т.е. самовыражаться через практический смысл искусства, к которому более других видов искусств призвана архитектура».

К концу 60-х—началу 70-х годов XX века индустрия городского освещения в странах Запада, в Советском Союзе и европейских странах социалистического лагеря вышла на определенный качественный уровень. Во многих странах разработаны и действуют национальные нормы и стандарты наружного освещения, активно работает международная комиссия по освещению (МКО), ее ко-



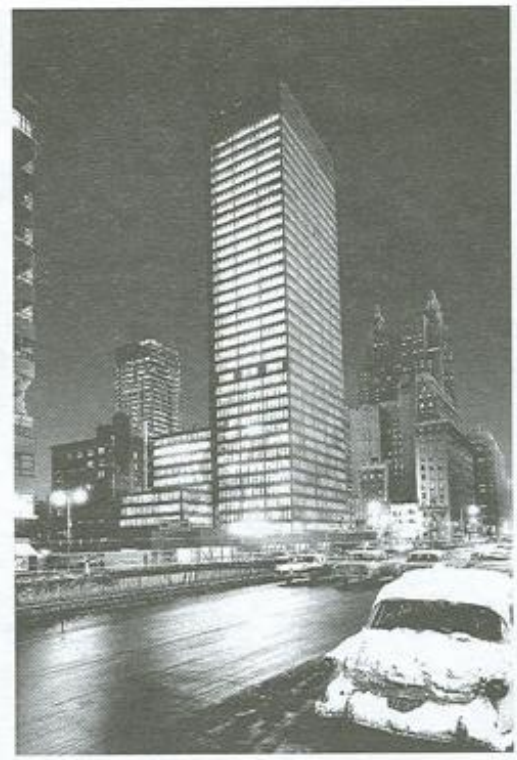
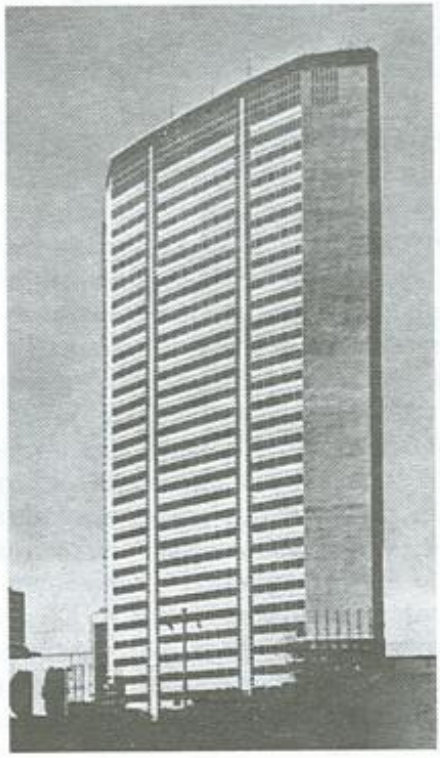


Рис. 21. Здание Сигрэм-билдинг в Нью-Йорке (светодизайнер Р. Келли), 1958 год Вертикальный строй металлических профилей на остекленных фасадах, подчеркивающих стройность башнеобразного объема днем, превращается вечером в горизонтально-полосатую «тельняшку» другого тектонического типа



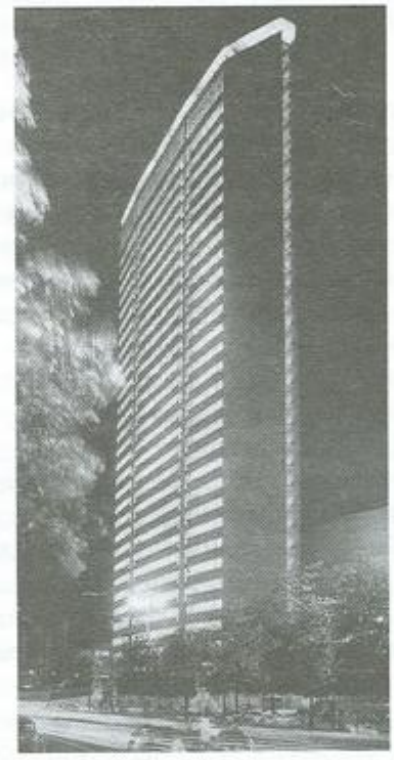


Рис. 22. Здание фирмы «Пирелли» в Милане (архитектор Д. Понти), 1960 год. Дневной позитив стал ночным негативом, однако тектонический строй фасадов сохранился. Световая архитектура разрабатывалась автором методом масштабного светомоделирования на макете здания

А Б

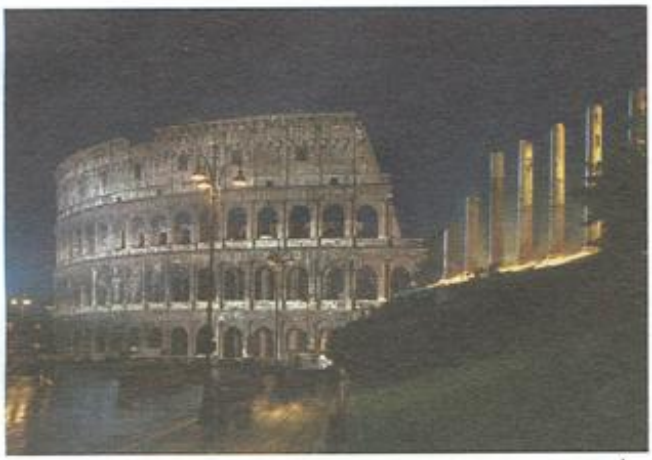
Рис. 2.4. Площадь Капитолия (А) и собор Святого Петра (Б) в Риме. 1960–1970-е годы: А — редкий в 1960-е годы прием локального освещения в сочетании со стилизованными «свечами» на фасадах зданий Капитолия. Конная статуя Марка Аврелия не освещена; Б — собор Святого Петра освещен заливающим светом с акцентом на венчающем куполе

митеты и национальные светотехнические общества (*IES* в США и др.), издаются специализированные журналы («*ILR*» — Нидерланды — Филипс, «*Lichttechnik*» — Германия, «*Luce*» — Италия, «*Lux*» — Франция, «*Light and Lighting*» — Англия, «*Illuminating Engineering*» — США, «Светотехника» — СССР и др.), вышел в свет ряд монографий [2, 18, 21, 26, 48, 57, 60 и др.].

Успехи городского освещения обусловлены общим подъемом экономики, уже, в основном, преодолевшей военную разруху, научно-техническими достижениями в области разработки новых, более эффективных светотехнических средств, появлением новых тенденций в архитектуре и искусстве. В ряде западных городов — Париже, Лондоне и Вене, Риме, Ганновере и Стокгольме, Барселоне и Брюсселе — началась борьба со стихией световой рекламы, первой среди световых установок возродившейся сразу после войны и приведшей к световому хаосу. В лучших примерах функционального уличного освещения обнаруживаются определенные тенденции светоцветового зонирования городских пространств в соответствии с технологическими, экономическими, коммерческими и другими требованиями. Американский национальный стандарт ввел классификацию городских районов и дорог по уровням освещения, которые иерархизированы с коэффициентом понижения 1,5 — от средней освещенности на транспортных улицах 37 лк в коммерческих районах до 3,3 лк в жилых. На скоростных автострадах, на поворотах, перекрестках и уличных переходах стали применять другой цвет света (желтый вместо белого), что облегчает ориентацию водителей в пространстве. Опробуются принципиально новые системы функционального освещения: прожекторное освещение улицы Принцев в Эдинбурге или набережной в Антверпене, на скоростных автострадах и развязках появляются продольно-подвесная, высокомачтовая и парапетная (безопорная) системы освещения.

Наверное, наиболее очевидные и запоминающиеся результаты достигнуты в архитектурном освещении историко-архитектурных ансамблей и международных выставок. Первые — это центры властных структур или культурно-туристические объекты, например, ансамбль площади Капитолия, Колизей (*рис. 2.4*), Форум и собор Святого Петра в Риме, объекты культурно-политического центра в Вашингтоне и Париже, ансамбль Гранд-плас в Брюсселе, Пражский град в столице Чехословакии (*рис. 2.5*), Будайская крепость с Цепным мостом и Парламентом в Будапеште, здание парламента с башней Биг Бен в Лондоне (*рис. 2.6*) и т.д. Планы реконструкции в некоторых городах Западной Европы предполагали превращение целых городских районов в пешеходные зоны и создание световой среды, отвечающей их функциональной специфике (первая специализированная торговая улица Лондона — Норвич).

Освещение комплексов общественного назначения во многих случаях строилось по принципу



А

Б

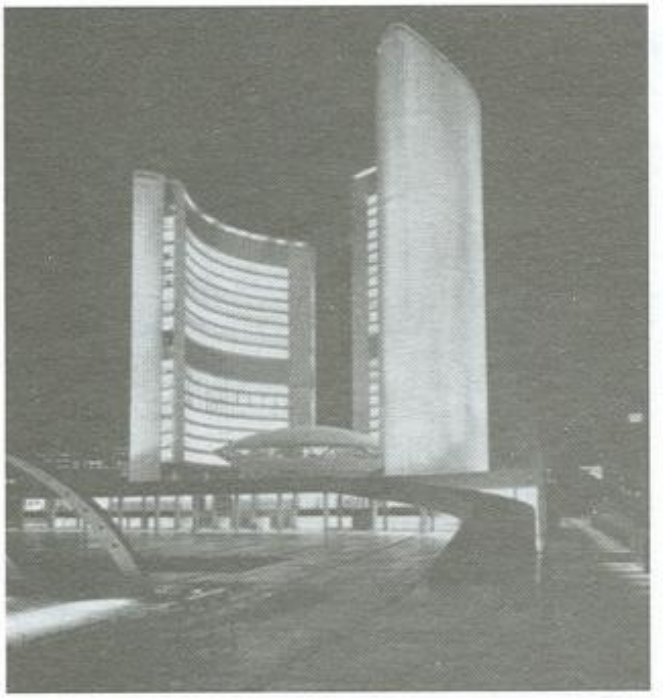
Рис. 2.5. Колизей в Риме (А) и Пражский кремль Градчаны с Карловым мостом (Б). 1960–1970-е годы: А – фасад Колизея монотонно залит холодно-белым светом прожекторов с опор уличных светильников. С ними живописно контрастирует объемно подсвеченная разноспектральным светом древнеримская колоннада; Б – светопанорама Пражского кремля создана фронтальным заливающим светом фасадов зданий и скользящим прожекторным освещением с берега каменных конструкций моста

А

Б

Рис. 2.6. Часовая башня Биг Бен у здания Парламента и Вестминстерского аббатства в Лондоне (А) и здание Ратуши на Гранд-плас в Брюсселе (Б). 1971–1972 годы. Первые примеры применения натриевых ламп высокого давления в архитектурном освещении. Существовавшая 40 лет система освещения башни Биг Бен прожекторами с лампами накаливания общей мощностью 104 кВт реконструирована с применением НЛВД и ламп ДРЛ общей мощностью 13 кВт. Аналогичная реконструкция освещения фасада Ратуши Брюсселя привела к сокращению мощности осветительной установки со 109 до 23 кВт. Тем не менее мощности прожекторов не хватило для интенсивного освещения шатра башни Ратуши

исторически сложившихся приемов освещения пространств ретро-фонарями, светильниками-скульптурами, газовыми факелами, которые украшали и индивидуализировали ансамбли в вечернее и дневное время, являясь его органической частью. Многие театральные и торговые, выставочные и деловые площади старых городов, а также новых районов и строящихся городов-



А

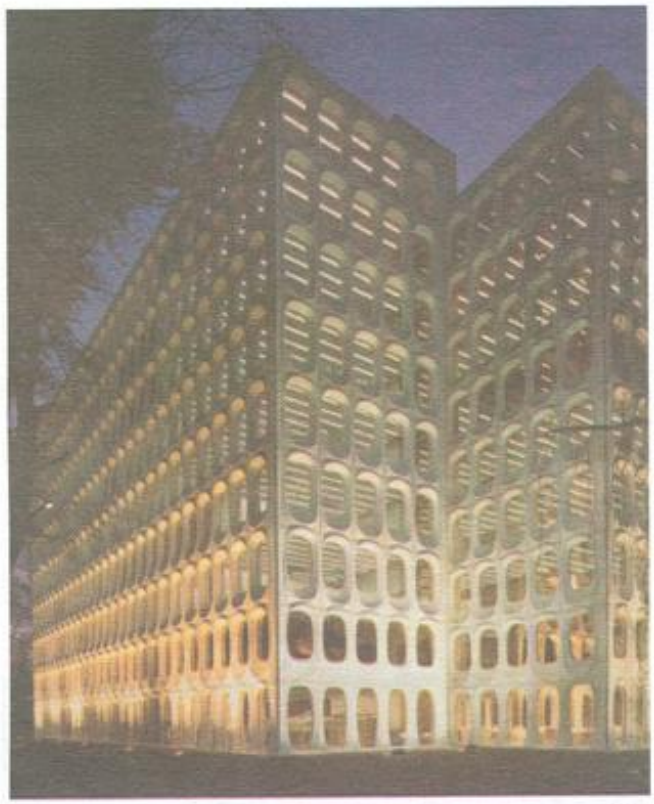
Б

Рис. 23. Ратуша в Торонто (А — архитектор В. Ревелл) и «Эволюон» центр фирмы «Филипс» в Эйндховене (Б — Л.С. Калфф). 1967—1968 годы: А — контраст глухих внешних и остекленных внутренних фасадов двух башенных криволинейных объемов ратуши подчеркивается разными приемами освещения; Б — поднятый над землей сфероидальный объем выставочного центра фирмы «Филипс» заливается светом прожекторов с башни и «отрывается» от земли подсветкой его и остекленного вестибюля снизу

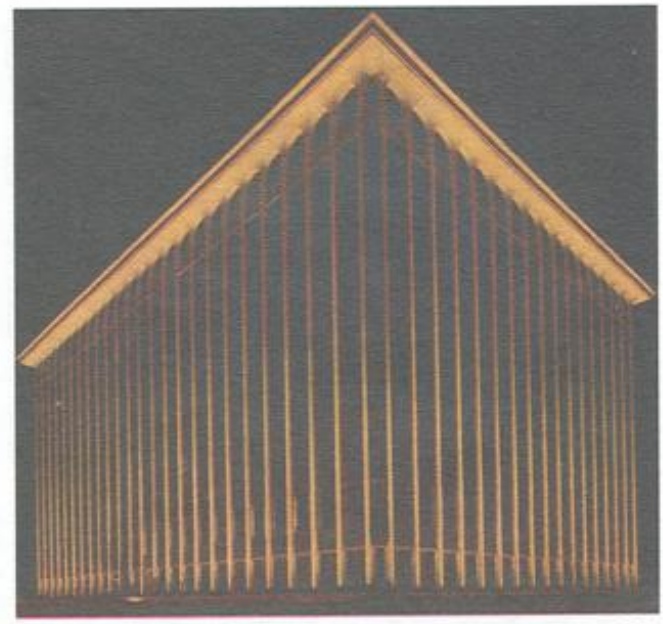
спутников в Швеции и Англии, Франции и Голландии, США и Японии оборудовались подобными установками общего освещения. Они нередко получали стилевую поддержку в дизайне светильников в остекленных и просматриваемых вечером интерьерах общественных зданий. Светящиеся объемы этих, как правило, невысоких зданий вместе со светом витрин и реклам играли основную роль в создании «интерьерного», камерного масштаба и особых образных качеств, подчеркивающих современный стиль новых общественно-торговых центров в вечернее время (Лийнбаан в Роттердаме, Харлоу в Лондоне, Веллингбю, Фарста, Солн в Стокгольме и др.). Самосветящиеся и освещенные прожекторами высотные здания, организуя обширные пространства, приобретали доминантное градостроительное значение в ночных светопанорамах городов (Филипс в Эйндховене — *рис. 23*, Пирелли в Милане, Марл-Таун-холл в Роттердаме, ратуша в Торонто, офисы «Шелл» в Лондоне и Норвичских страховых обществ в Мельбурне, Эмпайр-Стэйт-билдинг, Сигрэм-билдинг, Пепси-Кола, Тишмэн, Пан-Американ-билдинг и др. в Нью-Йорке). Уровни средней освещенности фасадов в некоторых случаях достигали больших величин (до 600 лк). Учитывая, что заливающее прожекторное освещение в те годы базировалось, в основном, еще на лампах накаливания, установки архитектурного освещения были весьма энергоемкими.

В годы энергетического кризиса 1973—1975 годов в странах Запада архитектурное освещение пришло в упадок, и его потенциал на несколько лет был забыт. Исключение составляли лишь Лас-Вегас, город ночных развлечений, и Париж, где население платило за специальное освещение Эйфелевой башни и других монументов.

В Советском Союзе, напротив, в «годы застоя», благодаря получаемым государством нефтедолларам, во многих городах освещались фасады зданий и мемориальных объектов, витрины магазинов и установки политической агитации, что отражало растущий уровень жизни и «успехи коммунистического строительства». Были предприняты первые концептуальные разработки перспективных проектов освещения городов — Москвы, Ленинграда, Тбилиси, Киева, Одессы, Баку, Волгограда, Тольятти. Как правило, освещению центра и исторических ансамблей уделялось большое внимание, но для массовой застройки обычно не предусматривалось каких-либо мероприятий по эстетизации вечерней среды. К сожалению, большинство разработок, авторы которых во многих случаях не имели ни достаточного практического опыта, ни возможности экспериментировать или досконально изучить зарубежный опыт, были весьма декларативны и не



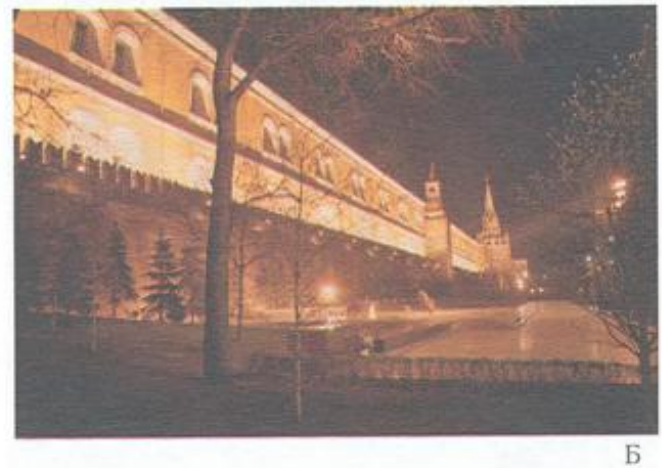
А



Б

Рис. 2.7. Современные офисные здания: *C.B.R. Building* (А) в Брюсселе (светодизайн — фирма Филипс), 1967 год, и *Empire Central Building* (Б) в Далласе (светодизайнер Д. Ватсон), 1967 год

А

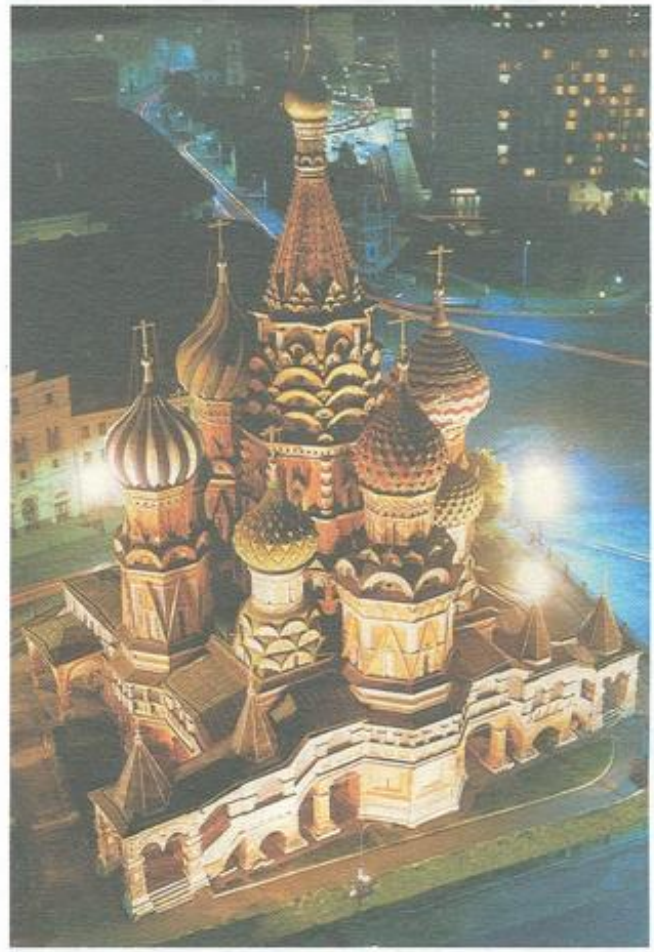


Б

Рис. 2.8. Праздничное освещение Красной площади (А) и Могилы Неизвестного солдата в Александровском саду (Б) в Москве, 1970-е годы

нашли полноценного воплощения. Тем не менее, силами местных «Горсветов», выполнялась конкретная работа по архитектурному освещению. Наибольшее количество объектов, световые ансамбли которых по качеству не уступали зарубежным реализациям, было освещено в Москве и Ленинграде. Московские Кремль и Красная площадь, «сталинские высотки» и Моссовет, СЭВ и Новый Арбат, Останкинская башня и обелиск советской космонавтике, Большой театр и некоторые вокзалы, Триумфальная арка и могила Неизвестного солдата по проектам лаборатории архитектурного освещения ВНИСИ в праздники сияли в лучах прожекторного света (*рис. 2.8–2.11*). В будни оставались освещенными лишь Красная площадь и Моссовет: действовал режим экономии. Освещение Кремля и некоторых других объектов продолжало и развивало

А



Б

Рис. 2.9. Праздничное освещение высотного здания МГУ (А) — заливающий свет батарей прожекторов, установленных на земле и поярусно на кровлях здания, контурное обрамление силуэтных элементов гирляндами ламп накаливания. Ежедневное заливающее освещение собора Покрова-на-Рву (Василия Блаженного) на Красной площади (Б) прожекторами с опор уличных светильников. 1970–1980-е годы

традицию предшествующих десятилетий. Возможно, еще не был забыт дореволюционный опыт. Знаменательные праздники (а ими были, в первую очередь, годовщины Октябрьской революции) даже в трудные 1920–1930-е годы отмечались иллюминацией ряда объектов — Большого театра, МОГЭС, гостиницы «Москва», некоторых подземных вестибюлей метро. Первая масштабная осветительная установка была смонтирована в 1947 году — в ознаменование Победы и 30-летия Революции: стены и башни Кремля были оборудованы контурным иллюминационным освещением. В 1957 году к Всемирному фестивалю молодежи и студентов и очередному юбилею революции освещение Кремля, а также высотных зданий, осуществлялось комбинированным способом — световой контур дополнялся заливающим светом прожекторов. Очередные реконструкции освещения Кремля и расширяющегося списка освещаемых объектов были приурочены к 50-летию революции (1967) и 100-летию со дня рождения В.И. Ленина (1970) — *рис. 24, 25*. В ночном небе над Москвой на аэростате было поднято большое знамя с портретом вождя, на который были нацелены из разных точек центра города «кинжальные» лучи военных зенитных прожекторов с дуговыми лампами, питавшиеся от автономных генераторов, управляемых солдатами, поскольку аэростат под действием ветра «дрейфовал» в воздухе. Это было эффектное зрелище, кому-то из москвичей, возможно, напоминавшее тревожные ночи 1941–1942 годов.

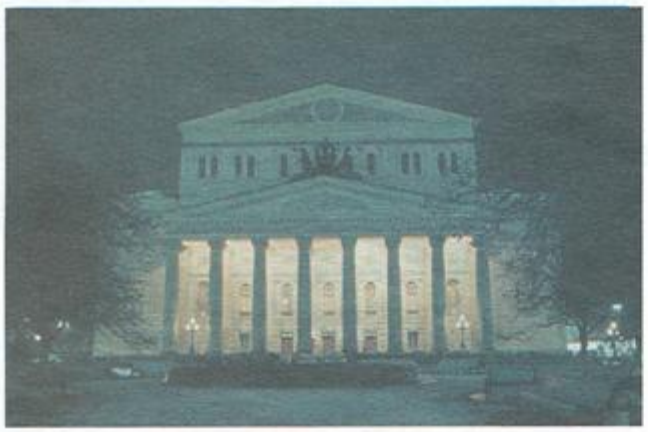
На смену прожекторным лампам накаливания в новых осветительных установках пришли

А

Б

Рис. 2.10. Праздничное освещение ансамбля Кремля (А) (вид с Софийской набережной) и высотного жилого дома на Котельнической набережной (Б). 1970-е годы

А



Б

Рис. 2.11. Ежедневное освещение главного фасада Большого театра с довоенных лет — интенсивное высвечивание портика (А). Проспект Калинина (Новый Арбат) в праздничные вечера (Б)

лампы ДРШ (дуговые ртутно-шаровые) и галогенные большой мощности, а затем и металлогалогенные, что сразу качественно изменило облик освещаемых объектов: заметно повысились уровни освещения и появился холодно-зеленовато-белый свет при снижении общей мощности установок и эксплуатационных расходов.

В отличие от Москвы, архитектурное освещение в Ленинграде с 1960-х годов функционировало каждый вечер, за исключением сезона летних белых ночей. Петропавловская крепость была освещена оригинальным для нашей практики тех лет приемом: простейший световой карниз из экранированных ламп накаливания по верху крепостной стены исключительно эффектно контрастировал с вертикалью колокольни собора, залитой прожекторным светом. Эта незабываемая композиция живописно отражалась в стремительных водах Невы (*рис. 2.12*). В октябрьские праздники над световым карнизом зажигались газовые факелы — по числу лет со дня революции, что чрезвычайно усиливало общее впечатление. Факелам крепости откликались факелы на ростральных колоннах перед Биржей, фасад которой с контражурно подсвеченной колоннадой «держал» всю световую композицию стрелки Васильевского острова. Фасадное освещение зданий на набережной острова — Кунсткамеры, дворца Меншикова, корпусов Петербургского университета, залитых светом прожекторов с опор уличных светильников, дополняли светопанораму северного берега Невы. На южном берегу панораму формировала грамотно освещенная башня Адмиралтейства, а дополнял световой ансамбль купол Исаакиевского собора, хотя и недостаточно освещенный, и памятник Петру I, интенсивно освещенный бело-зеленоватым светом прожекторов и лампами ДРШ (*рис. 2.13*).

Рис. 24. Праздничное освещение Кремля, здания СЭВ и проспекта Калинина. 1970—1971 годы

Рис. 25. Праздничное освещение Кремля и гостиницы «Россия». 1970 год

Главная планировочная ось Ленинграда — Невский проспект — была «ожерельем» локальных световых ансамблей, раскрывавшихся при движении к центру, где в конце перспективы господствовал главный фасад Адмиралтейства. Выразительно освещенные ансамбли площади Островского с памятником Екатерине Великой и Александринским театром, Казанского собора со скульптурами Кутузова и Барклая, площади Искусств с памятником Пушкину и Русским музеем (*рис. 26—27*) и ряд других объектов ставили этот светоурбанистический комплекс в ряд наилучших в мировой практике того времени. Надо отметить, что кроме ежедневного режима функционирования освещение Ленинграда выгодно отличалось от московского творческим подходом и применением не только заливающего, но и локального освещения (световой карниз на крепости, заколонные пространства портиков и перистилей Адмиралтейства, Биржи и др.), открытой установкой прожекторов на газонах (перед Казанским собором), использованием хроматического света (натриевые лампы низкого давления на Марсовом поле, освещенные решетки Летнего сада и фасадов ряда зданий).

Практически все столицы союзных республик, а также крупные города, имели установки архитектурного освещения. Тбилиси отличался запоминающейся подсветкой крепости Нарикала, Дома правительства (*рис. 2.14*) и ряда скульптурных памятников, Ереван был городом первого в СССР «поющего» фонтана на площади Ленина (*рис. 2.15*), получившего распространение во многих городах страны, а также запоминался эмоциональным освещением мемориальных объектов, Баку можно было назвать городом цветных фонтанов, изготовленных стараниями местных специалистов «Горсвета» (*рис. 2.16, 2.17*). Рига, Таллин и Вильнюс освещением подчеркивали свой «дух места» в исторической застройке (*рис. 2.18*). Новая архитектура отстроенного после землетрясения 1966 года общественно-политического центра Ташкента излучала отраженный свет направленных на него многочисленных прожекторов (*рис. 2.19*), некоторые существующие и строящиеся правительственные

Рис. 2.12. Биржа, Петропавловская крепость и светопанорама стрелки Васильевского острова от стен крепости в Ленинграде. 1972 год

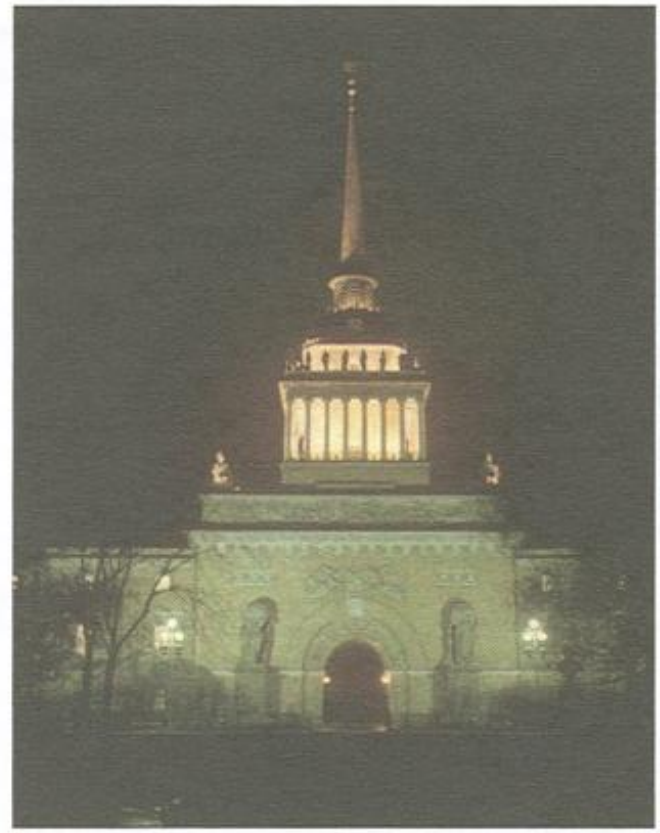


Рис. 2.13. Памятник Петру I и главная башня Адмиралтейства. 1972 год

комплексы, монументы и общественные здания в Алма-Ате, Ашхабаде и Фрунзе также освещались с бóльшим или меньшим искусством (*рис. 2.20*). Среди монументов встречались редчайшие примеры встроенной в их структуру системы освещения: памятник русско-киргизской дружбе во Фрунзе (*рис. 2.21*) или символическая композиция братства городов на площади Домского собора в Риге со светящимися гербами в технике национальных витражей. Не менее редкими были примеры декоративного ландшафтного освещения — газонные светильники в цветниках на площади Ленина в Вильнюсе, парковые скульптуры на бульваре Яна Райниса в Риге (*рис. 2.22, 2.23*) или подсветка деревьев в парке Паланги на фоне общей утилитарности городской среды

А

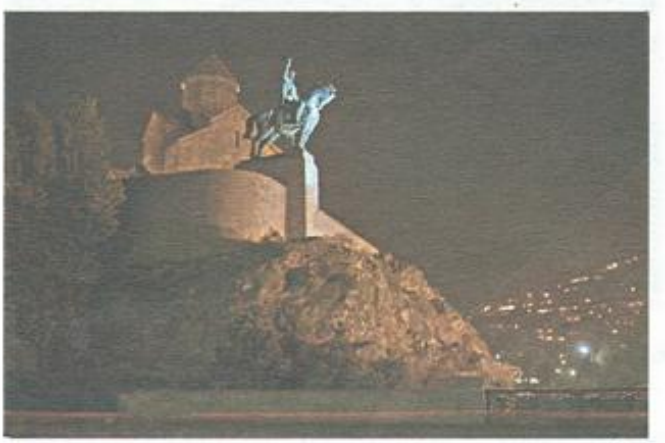
Б

Рис. 26. Перспективное раскрытие с Невского проспекта на Русский музей – улица Бродского (Б) и замыкающая ее площадь Искусств с памятником А.С. Пушкину (А). 1972 год

А

Б

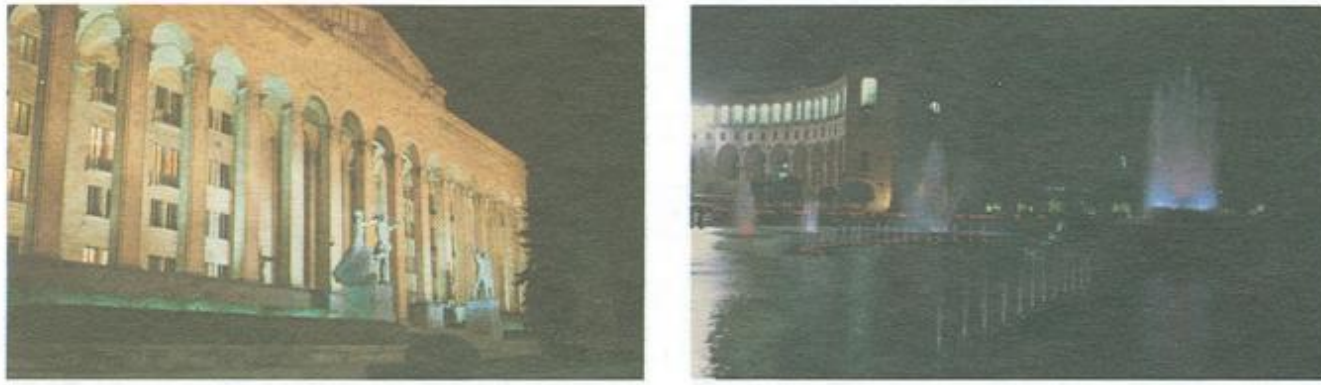
Рис. 27. Световой ансамбль площади Островского с Александринским театром и памятником Екатерине II (А) и ночная перспектива Невского проспекта с башней Адмиралтейства в конце ее (Б). 1972 год



А

Б

Рис. 2.14. Памятник Горгасали в Тбилиси (А), залитый светом прожекторов с ксеноновыми лампами, по цветности эффектно выделяется на фоне окружения, освещенного приборами с лампами накаливания. 1974 год. Крепость Нарикала на гребне Сололакского хребта и старый город на его склоне (Б)



А Б

Рис. 2.15. Дом правительства Грузинской ССР в Тбилиси (А) и «Поющий фонтан» на площади Ленина в Ереване (Б). 1974 год

А Б

Рис. 2.16. Фонтан-«орган» на площади перед Дворцом культуры им. В.И. Ленина (А) и скальный ландшафт с водой и декоративным освещением на склоне Нагорного парка в Баку (Б). 1974 год

А Б

Рис. 2.17. Музей азербайджанской литературы им. Низами в Баку (А) и памятник Н. Айтакову в Ашхабаде (Б). 1974 год

сразу обращали на себя внимание. В парках южных городов-курортов (Сочи, Сухуми, Гагры) освещение было более разнообразным и выполняло и утилитарную, и декоративную функции: для этих целей использовались разные по дизайну торшеры, газонные светильники и прожекторы с разным по цветности светом ламп накаливания, люминесцентных и ртутных.

В Казани Б.М. Галеев при авиационном институте создал СКБ «Прометей», где активно про-

А

Б

Рис. 2.18. Уголок Старой Риги (А) и въездные ворота в крепостной стене Таллина (Б). Освещение способствует рождению «духа места» в исторической среде. 1972 год

А

Б

Рис. 2.19. Музей В.И. Ленина (А) и Большой театр оперы и балета им. А. Навои с цветодинамическим фонтаном перед ним (Б) в Ташкенте. 1975 год

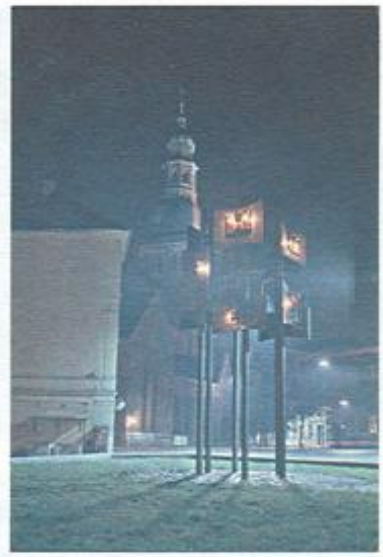
А

Б

Рис. 2.20. Дом правительства Казахской ССР (А) и памятник Героям-панфиловцам в Алма-Ате (Б) — драматизация мемориального ансамбля прожекторным освещением. 1975 год

пагандировал идеи светомузыкального искусства. Они получили, в частности, практическое воплощение в установке «Малиновый звон» на Спасской башне Казанского кремля, в системе цветного динамического, реагирующего на изменения погодных условий освещения здания нового цирка рядом с кремлем и в разовом, первом в СССР, спектакле «Звук и Свет» под названием «Навечно в

А



Б

Рис. 2.21. Памятники со встроенной системой освещения: А — 100-летию вхождения Киргизии в состав России во Фрунзе. 1975 год, и Б — братству балтийских городов на площади Домского собора в Риге. 1972 год

А

Б

Рис. 2.22. Ландшафтное освещение розария на пл. В.И. Ленина в Вильнюсе (А) и пруда на бульваре Я. Райниса в Риге (Б). 1972 год

памяти народной» в честь 25-летия Победы в Великой Отечественной войне в 1970 году. В Измайловском парке Москвы функционировала светомузыкальная установка «Андромеда». На площади Курчатова в 1967 году была смонтирована оригинальная светокинетическая пространственно-стержневая структура «Атом» в виде вращающейся под действием ветра шестиметровой сферы, подсвечиваемой цветным светом при музыкальном сопровождении, для площадей г. Тольятти разрабатывались еще более масштабные светокинетические скульптуры (*см. рис. 6.61*). Идеи художественного синтеза света и цвета, звука и архитектуры в русле нового кинетического искусства овладели умами многих творцов разных специальностей. Выполнены «пионерные» проекты из жанра театрализованных представлений «Звук и Свет» для крепости Эрибуни в Ереване (А. Абрамян), Красной площади и ул. Разина (Варварки) в Москве (В. Колейчук, М. Колейчук и др.), Дмитриевского собора во Владимире (Н.М. Гусев, Н.И. Щепетков и др.), Аллеи Славы в Одессе. Оборудуются стационарным художественным освещением создаваемые крупные мемориальные комплексы — Брестская крепость и Курган Славы в Белоруссии, Мамаев курган в Волгограде, памятник Героям-панфиловцам в Алма-Ате и другие. В установках архитектурного освещения все шире начинает использоваться новое поколение световых приборов с разрядными лампами.

А

Б

Рис. 2.23. Декоративное освещение парковых скульптур на бульваре Я. Райниса в Риге. 1972 год

Однако экономическое оживление в СССР к 1980-м годам замедлилось, а к 1990-м годам на фоне общего дефицита даже в Москве почти не осталось функционирующих установок архитектурного освещения. Новый толчок в этой области был дан московским правительством в 1993 году, когда началась подготовка к 850-летнему юбилею Москвы. Быстрыми темпами (в 1997 и 1998 годах по 70—80 объектов) разрабатывались и «с листа» реализовывались проекты архитектурного освещения. Эта программа продолжается уже 12 лет, в течение которых освещены около 600 объектов разного жанра и масштаба. Проектные работы в первое десятилетие выполняли архитекторы «Моспроекта-2» и «Моспроекта-3» под творческим руководством профессоров МАрхИ Н.И. Щепеткова и В.В. Воронова (архитектурный раздел) и инженеры ЗАО НПСП «Светосервис» под руководством В.М. Пятигорского (электротехнический раздел). Эффект освещения столицы был положительно оценен обществом и возбудил интерес у многих инвесторов. Теперь архитектурное освещение десятков строящихся и реконструируемых объектов осуществляется на частные вложения, а в их проектировании участвуют многие светодизайнерские группы.

Пример Москвы стал популярным во многих города России, где уже осуществляются подобные мероприятия. Аналогичной крупномасштабной работой стала реализуемая программа «Светлый город», принятая к 300-летнему юбилею Санкт-Петербурга. Тысячелетие Казани, отмеченное в 2005 году, также образно и эмоционально отражено системами архитектурного освещения. Уже непременным элементом юбилеев и общегородских праздников стали красочные лазерные шоу с применением осветительной и компьютерной техники.

Возвращаясь в 1970-е годы, можно сказать, что меры, принятые в развитых странах Запада в годы энергетического кризиса для ограничения расхода электроэнергии — полное или частичное отключение установок функционального освещения и большинства установок архитектурного освещения и световой рекламы, — привели к неутешительным результатам: резкому повышению количества дорожно-транспортных происшествий, уменьшению коммерческих доходов от торговли и туризма, снижению престижа городских властей у населения. Это были гораздо более тяжелые экономические потери, несопоставимые со стоимостью сэкономленной энергии. Поэтому архитектурное освещение с середины 1970-х годов стало восстанавливать свою прежнюю популярность. В Великобритании в 1975 году проведен конкурс по программе «Свет над Темзой» (*рис. 2.24*), в результате которого были освещены мосты и фасады около 40 исторических объектов на набереж-

А Б

Рис. 2.24. Световые доминанты исторического центра Лондона — часовая башня Биг Бен и башня Вестминстерского аббатства (А); мост через Темзу (Б). 1970-е годы

Рис. 2.25. Эмпайр-стейт-билдинг на 5-й авеню в Нью-Йорке, освещение верхушки которого реализовано в 1931 (светодизайнеры Мейер, Стронг и Джонс), реконструировано в 1956 (Р. Леви) и в 1976 годах (Д. - Лей). Последняя реконструкция осуществила первоначальную идею 1931 года о цветодинамическом освещении. На заднем плане — освещенный Рокфеллер-центр

ных. Многие ранее действовавшие установки на лампах накаливания реконструируются с заменой их разрядными лампами, что дает многократное, в 3—8 раз, снижение расхода электроэнергии при повышении количественных и качественных параметров освещения. К 1981 году Нью-Йорк получил новую «корону света» в виде освещенных верхушек ряда небоскребов во главе с Эмпайр-стейт-билдинг (*рис. 2.25*), которая была встречена с восторгом, имевшим место впервые в 1925 году. Мно-

А Б В

Рис. 2.26. «Юго-западный центр» в Хьюстоне (А — проект, 1982 год) и Бэнк оф Америка (Б, В) (светодизайнер Д. Лей). 1987 год

А Б

Рис. 2.27. Дом искусств в Брегенце (А), Австрия (светодизайнеры Д. Таррелл, К. Соньер, Т. Оурслер) и «Башня времени» в Манчестере (Б), Англия (светодизайнер Д. Спейрз). 1996 год

гие схемы освещения и светокомпозиционные решения ностальгически воспроизводили достижения прожекторного освещения 20—30-х годов. Юго-Западный центр в Хьюстоне, спроектированный в 1982 году (архитектор Х. Ян) или Бэнк оф Америка Тауэр в Майами (И.М. Пей, 1980—1987, *рис. 2.26*) — типичные примеры такого стиля. В этом же ряду стоит освещение Статуи Свободы, реконструированное в 1986 году в шестой раз за ее столетнюю «жизнь».

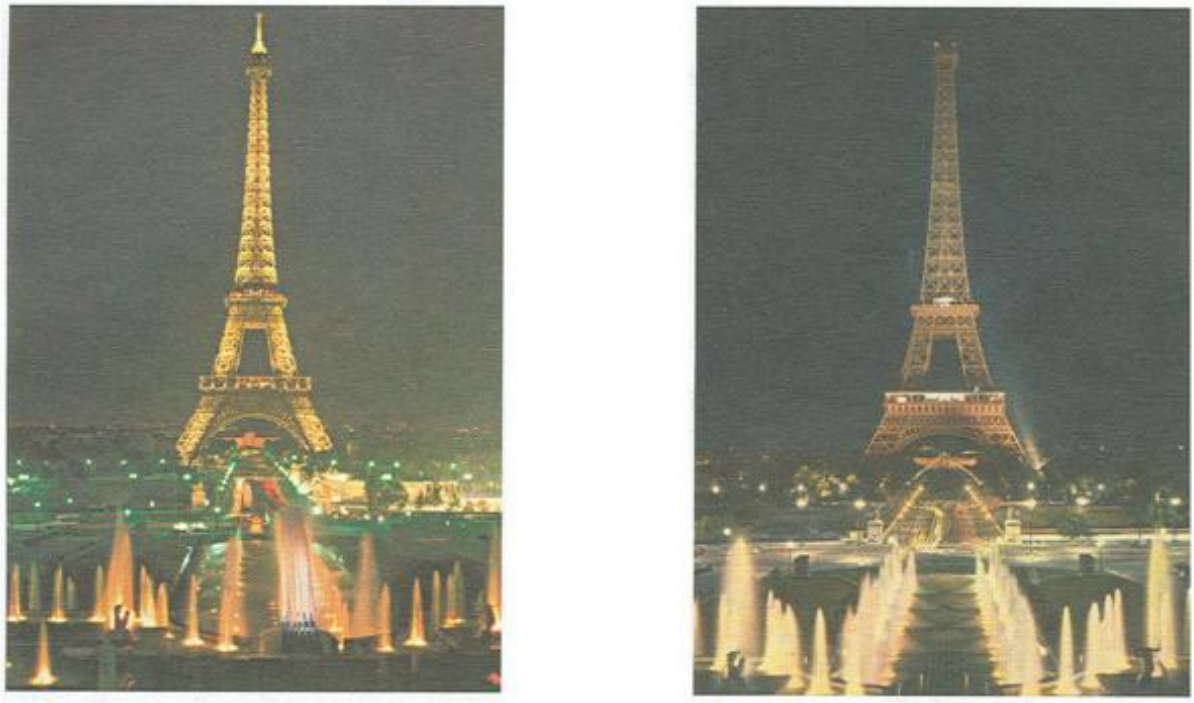


Рис. 2.28. Эйфелева башня до и после реконструкции осветительной установки в 1986 году. Наземные, скрытые в ямах среди деревьев на Марсовом поле батареи прожекторов заливающего света с лампами накаливания общей мощностью 660 кВт заменены прожекторами локальной подсветки с натриевыми лампами высокого давления, установленными на металлических конструкциях внутри башни по всей ее высоте. В результате общая мощность установки сократилась до 350 кВт, а видимость, выразительность и доминантная роль башни в ночном Париже значительно усилились

Сегодня множество европейских проектов тех лет кажется, подобно американским, запоздалыми ответами на более ранние утопические представления о чистой светящейся архитектуре — как, например, Дом искусств в Брегенце (1996, архитектор П. Зумтор — *рис. 2.27*) или Курзал в Сан-Себастьяно (1996, Р. Монео). Даже Эйфелева башня в 1986 году засветилась изнутри золотистым светом, в очередной, также шестой раз, радикально изменив свой имидж (светодизайнер П. Бидо) (*рис. 2.28*).

Отношение между архитектурным освещением и световой рекламой, горячо обсуждавшееся в 1920—1930-х годах, — один из контрольных пунктов для оценки осветительных установок в новой пешеходной зоне Университетского городка в Орландо, штат Флорида. Сформированная там в 2001 году в традициях всемирных выставок и луна-парков среда является объединением магазинов, ресторанов и ночных клубов, пассажей и скверов, граничащих с искусственными лагунами. Архитектор Д. Джонстон создал серию элементов уличного дизайна, таких как «тотемы», башни и вывески (*рис. 2.29*), заполняющие архитектурное пространство. Вопреки традиции, неоновые вывески не несут информацию, а являются красочными световыми абстракциями, интегрированными в архитектуру и работающими в ритме музыки. Световые скульптуры («тотемы») служат ориентирами вдоль пешеходного пути. Внутренняя согласованность элементов этой среды сделала возможным выразить их световую самоценность, которая проявляет художественный потенциал, помнящий конструктивистское влияние и историю неонового искусства.

С 1980-х годов компьютерные технологии позволили получить гораздо более сложные светоцветовые решения, чем система «мобильного цвета» 20—30-х годов. Реагируя на изменяющиеся условия среды, светящаяся архитектура приняла на себя привлекающую роль в ночном городском пейзаже (*рис. 2.30—2.32*). Крупномасштабные светодиодные экраны предложили эквивалент предсказанных еще в 1920-х годах «световых фресок» вместе с необходимостью их интеграции в архитектуру, несущую эти экраны. Несколько подобных успешных примеров, таких как здание *KPN* Телеком-тауэр в Роттердаме (2000, Р. Пьяно) или

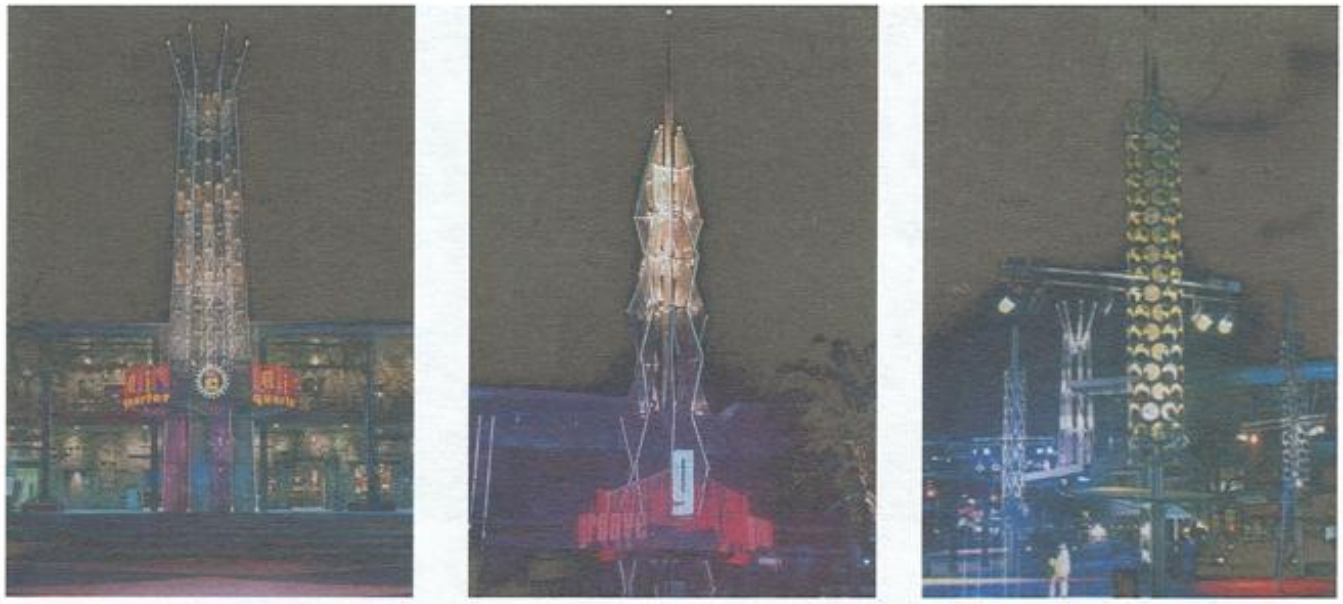


Рис. 2.29. Светоформы Д. Джонстона на *Sussman Prejza* в Университетском городке в Орландо, Флорида. 2001 год

нереализованный Центр медиа-технологий в Карлсруэ (1998, Р. Кулхаас), численно превзойдены проектами, в которых использование таких экранов кажется не более чем запоздалой мыслью, а их архитектурная интеграция еще не полностью реализована, как, например, экран *Nasdag* в здании *Fox and Fowle* на 4-й Таймс-сквер в Нью-Йорке. И хотя есть примеры успешного сотрудничества между архитектором и светодизайнером, а множество выдающихся светодизайнеров (Х. Брэндстон, Р. де Алесси, Д. Спейрз, Х. Крамер) имеют в США процветающую практику, приглашение их в каждый архитектурный офис для рабочего участия в каждом архитектурном проекте все еще далеко от действительности. Отсюда некоторые делают пессимистический вывод: световая архитектура, какой ее предвидели первооткрыватели в конце 1920-х годов, сегодня является «штучным» товаром, поскольку в большинстве случаев речь идет об освещении отдельных сооружений, а не о световом ансамбле или световой среде в градостроительном масштабе как принципиально новом качественном решении.

Однако существует жанр объектов, где возможности искусственного света не девальвировались, а развивались с неизменным успехом — это световые фестивали и международные выставки.

С посткризисным оживлением архитектурного освещения в конце 1970-х годов была как бы заново открыта традиция тщательно срежиссированных прожекторных зрелищ. Главному художнику Чикаго Д. Муни была поручена разработка шоу «Световое пространство 1977», где он использовал 36 зенитных прожекторов с дуговыми лампами, установленных на баржах и на берегу озера Мичиган. Американские авиалинии поставили перед ним аналогичную задачу в 1990 году, чтобы отпраздновать открытие нового международного терминала О'Наге. Д. Муни создал также уникальные проекты, которые на время трансформировали современную архитектуру в красочные светящиеся скульптуры. Так было в программе *«LightCkape 89»* в дни 75-летнего юбилея фирмы *IBM*, когда в семи тысячах окон офисного здания, построенного по проекту Мис ван дер Роэ, были установлены источники света и разноцветные экраны, превратившие фасады в орнаментальный фантастический ковер (*рис. 2.33—2.35*). Такие временные установки освещения зданий вместе с восстанавливаемой культурой световых фестивалей процветали в 1980—1990-х годах во всем мире. Некоторые наиболее захватывающие зрелища с лазерами и световыми проекциями в городской среде были поставлены при музыкальном сопровождении Ж.-М. Жарром в районе Дефанс в Париже (1990) — *рис. 2.36* — и в небе над Хьюстоном (1986). Французский дизайнер Я. Керсале создал одни из первых, наиболее запомнившихся, временных и постоянных установок архитектурного освещения — таких как *«Lumières»* в Гранд Пале в Париже в 1987 году, где синее люминесцентное освещение под стеклян-

Рис. 2.30. «Башня ветров» в Токио (архитектор Т. Ито и светодизайнер К. Менде), 1986 год. Цветодинамическое освещение вентиляционной и водонапорной башни работает по компьютерной программе, учитывающей направление и скорость ветра и уличные шумы. Идея авторов — преобразование архитектуры в «музыку окружающей среды». Критики назвали освещенную башню «аудиовизуальным сейсмографом», создающим ощущение, будто воздух вокруг нее фильтруется и очищается

А Б

Рис. 2.31. А — административное здание *Verbundnetz AG* в Лейпциге (светодизайн — Д. Таррелл). 1997 год. Цветодинамическое освещение фасадов газосветными («неоновыми») лампами в структуре остекления; Б — здание Студий 42-й улицы в Нью-Йорке (светодизайн — А. Миллителло, Д. Карпентер). 2000 год. Освещение остекленного фасада с солнцезащитными жалюзи осуществляется под управлением компьютера приборами с люминесцентными, галогенными и металлогалогенными лампами с использованием цветных фильтров, что позволяет получить более 500 вариантов светового рисунка

ным куполом ритмично усиливалось и ослабевало, представляя биение сердца метрополиса. В работах Я. Керсале опыт, накопленный на временных фестивальных объектах, воплотился в постоянных осветительных установках, созданных в сотрудничестве с архитекторами, например, с Ж. Нувелем и Х. Яном.

Наступление 2000 года вдохновило весь мир на повсеместное осуществление световых проектов, в том числе грандиозных по своему размаху, но их «словарь» обычно использовал приемы первой половины уходящего века. В Берлине, например, светохудожнику Г. Хофу поручили создание праздничного фейерверка в честь Миллениума.

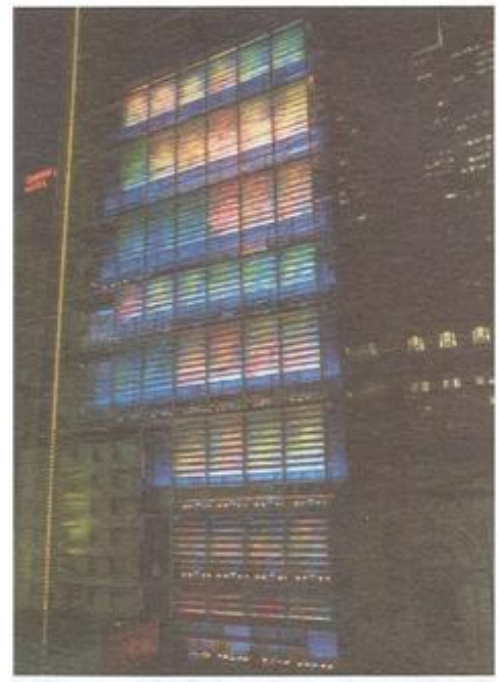


Рис. 2.32. Театральный центр Гудмана в Чикаго (светодизайн — Р. Локлин и фирма Колор Кинетикс). 2001 год. Цветодинамическое освещение фасадов светодиодами, встроенными в структуру остекления

А

Б

В

Рис. 2.33. Программа «Световой пейзаж» в Чикаго в 1989 году в честь 75-летия фирмы *IBM*. «Световой танец» лучей зенитных прожекторов над озером и городом (А) и временное праздничное освещение офисного здания фирмы (Б, В)

Когда он представил свою концепцию «Искусство в Раю», построенную на использовании белых лучей 250 ксеноновых прожекторов, бьющих на 30 миль в высоту и создающих «пирамиду света, собор тысячелетия», поднялся шквал протестов известных немецких писателей и историков, которые увидели сходство этого решения со «световыми соборами» (*Lichtdom*) А. Шпеера в годы нацизма. Последующие дискуссии показали, как тесно иконография такой установки зависит от времени и места, и что ни художник, ни его критики не обладали достаточными знаниями богатой предыстории таких проектов. То, что Г. Хоф не ассоциировал А. Шпеера со своей установкой, могло, пусть частично, быть объяснено тем, что он вырос в ГДР. Критические дискуссии о наследстве нацизма были более интенсивны в Западной Германии, чем в Восточной. «Световые соборы» создавались регулярно, в частности, над большим стадионом в Лейпциге на заключительных церемониях после крупных соревнований. Реагируя на общественную критику, Г. Хоф использовал в по-

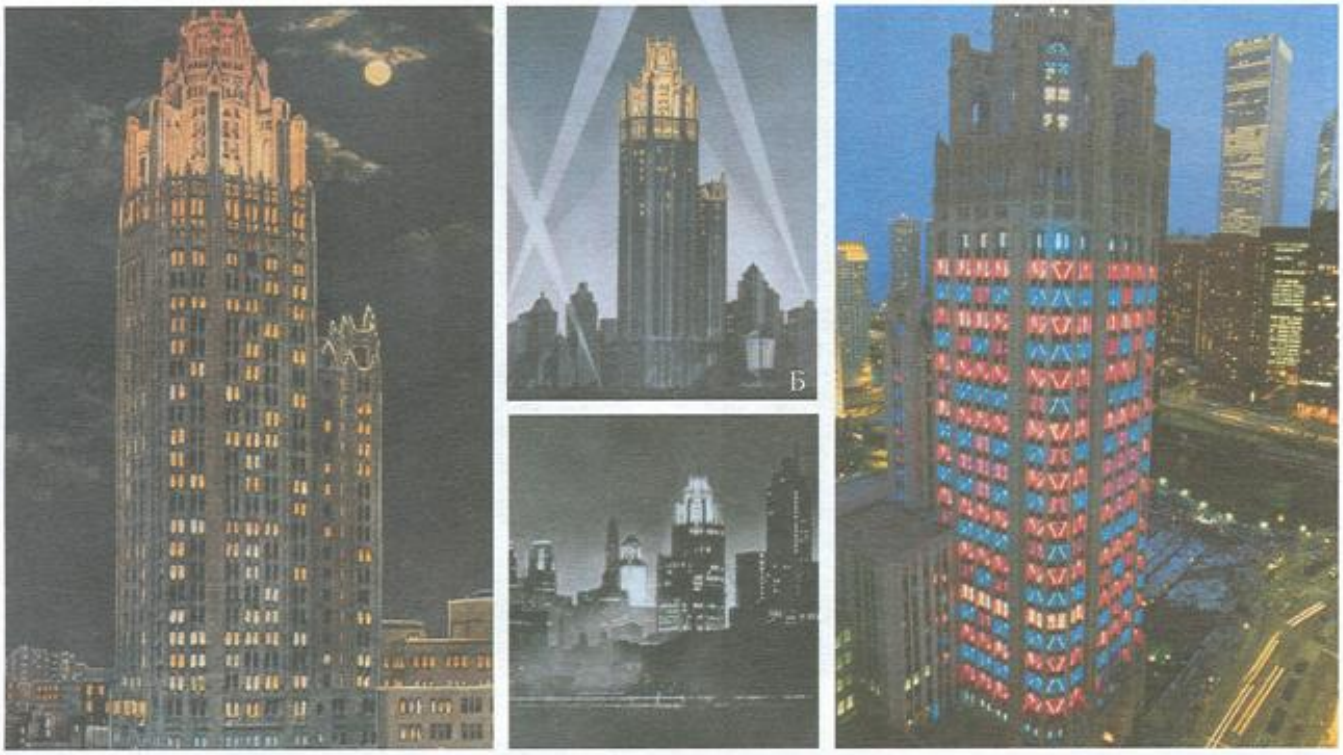


Рис. 2.34. Здание Чикаго Трибюн Тауэр в 1929 (А—В, светодизайнер Б. Джонс) и в 1997 годах (Г) — при реализации проекта «Муза света» (Д. Муни)

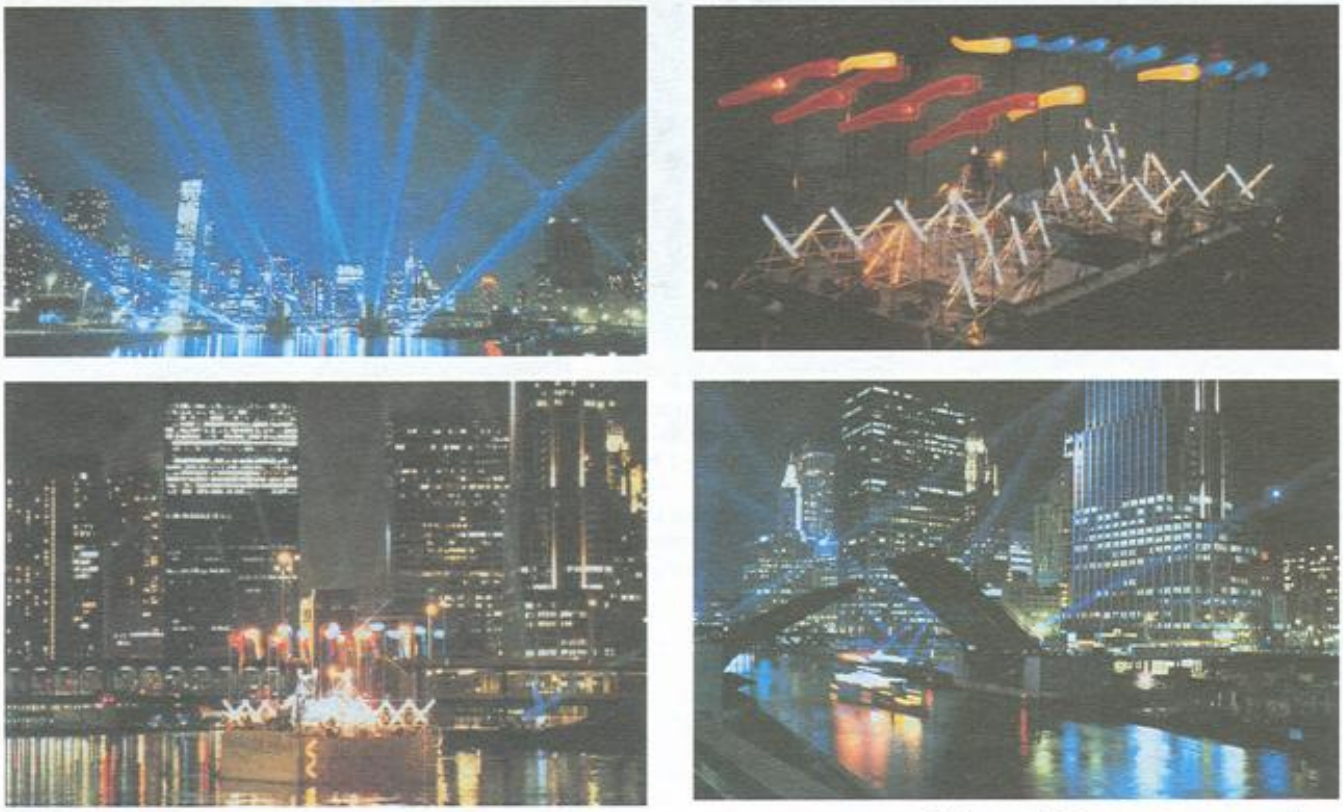


Рис. 2.35. Световые шоу в Чикаго в честь открытия нового авиатерминала *O'Hare* в 1990 году (светодизайнеры Д. Муни и Б. Джонс)

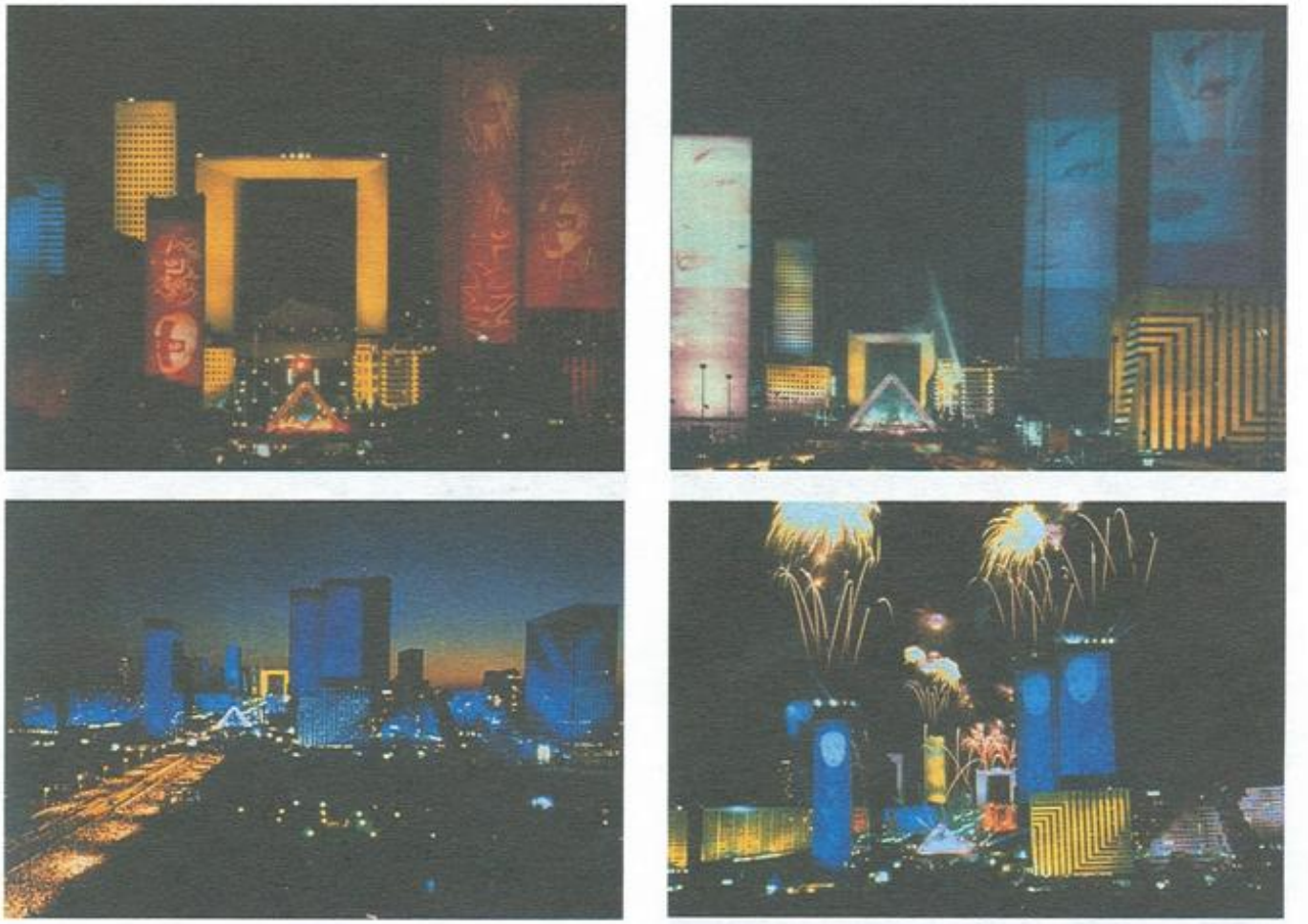
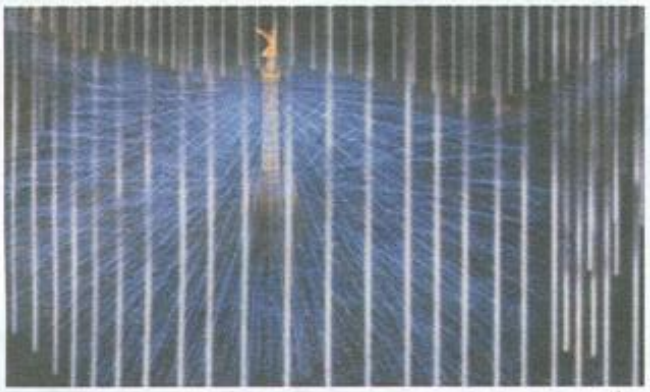


Рис. 2.36. Свето-музыкальный спектакль «Город в концерте» в ансамбле Дефанс в Париже (автор Ж.-М. Жарр). 1990 год

становках больше цвета и движения (*рис. 2.37*). В те же новогодние ночи мексикано-канадский художник Р. Лозано-Хеммер создал световой спектакль в небе над районом Зокало в Мехико-сити. С 26 декабря 1999 года по 7 января 2000 года он поддерживал страницу в ИНТЕРНЕТЕ, где каждый мог представить проекты для действия 18 мощных прожекторов на крышах зданий, окружающих центральный исторический квартал города. Эти действия выполнялись под контролем трех ИНТЕРНЕТ-камер, расположенных в других точках Мехико. Более 100000 зрителей во всем мире наблюдали световое шоу на своих компьютерных экранах. Лозано-Хеммер понимает свои проекты как «релятивистскую архитектуру, изменяющую городскую среду через технологическое вмешательство» и называет это сочетанием «очистительного устрашения» «световых соборов» А. Шпеера с «интимностью» индивидуального участия жителей в своих проектах [69].

Впечатляющие, но кратковременные, эффекты световых фестивалей по своему эмоциональному воздействию и палитре применяемых технических средств и светокомпозиционных приемов могут быть сравнимы лишь с постоянным освещением крупных зрелищно-коммерческих объектов. Это, во-первых, разнообразные луна-парки, дисней-ленды и «лас-вегасы», во-вторых, международные выставки-ярмарки, традиции освещения которых прослеживаются с первых демонстраций электрического освещения в конце XIX века.

Диковинный гигантский «экспонат» Всемирной выставки в Париже в 1889 году — Эйфелева башня — поражал не только своей архитектурой, но и ночными световыми эффектами первых мощных прожекторов с дуговыми лампами, бьющих с ее верхних площадок в окружающую среду, и электрическими «огнями Святого Эльма» на ее вершине (*рис. 2.38*). Эту выставку можно считать



А

Б

Рис. 2.37. Световое шоу на встрече Миллениума в ночь с 31 декабря 1999 года на 1 января 2000 года в Тиргартенпарке у монумента Виктории в Берлине: А — проект, Б — реализация (светодизайнер Г. Хоф)

прародительницей традиций активного использования цвета в архитектуре павильонов (даже Эйфелева башня была окрашена в яркий желто-оранжевый цвет) и создания красочных светоцветовых спектаклей (пока еще на газовых светильниках) с эффектным использованием фонтанов. Международная выставка в Чикаго в 1893 году подарила миру оригинальную эдисоновскую «Башню Света» из сотен цветных ламп, ритмически мигавших под музыку (*рис. 28*). Контуры многих павильонов были прорисованы световым пунктиром из ламп

Рис. 2.38. Художественная интерпретация освещения Эйфелевой башни на Всемирной выставке. 1889 год

накаливания, а прожекторы были оборудованы цветными фильтрами. Цветной свет стал важным и постоянным элементом этой и будущих ЭКСПО в ночное время.

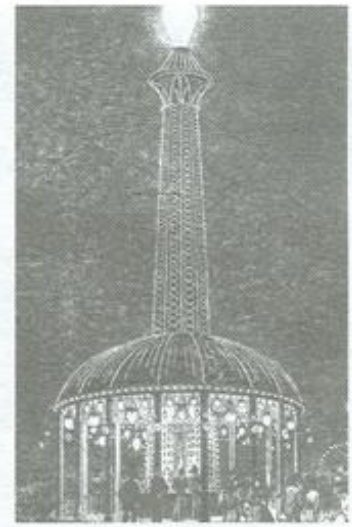
Документальные снимки светового ансамбля Трансмиссисипской выставки в Омахе, штат Небраска, в США в 1898 году сопоставимы по своему эффекту и обилию электрического света с примерами архитектурного освещения исторических зданий в середине XX века. Универсальная выставка 1900 года в Париже (светодизайнер А. Бо) предстала в кружеве из тысяч цветных и обычных ламп накаливания с новым световым «нарядом» Эйфелевой башни (*см. рис. 12*). Пан-американская выставка в Баффало, штат Нью-Йорк, в 1901 году (светодизайнеры Л. Стиерингер, Х. Растин) положила начало такому жанру проектирования как колористическая схема ансамбля, разработанная Ч.И. Тернером. Традиционной для выставок становится содер-

жательная доминанта — Электрическая башня с венчающей ее статуей Богини света, олицетворяющей образ Солнца (*рис. 29*).

Панамо-тихоокеанская международная выставка в Сан-Франциско в 1915 году, развивая наметившиеся тенденции, предложила и новые средства художественной выразительности ночных панорам. Ее архитектура создавалась на основе колористической схемы (Ж. Герин), предусматривавшей определенную палитру цветов фасадов и светоцветовое зонирование территории. Главный светодизайнер выставки В. д'Арси Риан (из фирмы «Дженерал Электрик») применил здесь изобретенный им «синтиллятор» — установку из 48 зенитных прожекторов со сменными фильтрами, которые создавали эффектные движущиеся веерные композиции из цветных лучей на фоне неба (*рис. 2.39*). Это решение выгодно отличалось от одиночных «поисковых» прожекторов, применявшихся ранее на других объектах. Особую остроту решению придавало то обстоятельство, что уже использовавшиеся на европейских фронтах Первой мировой войны для обнаружения самолетов противника зенитные прожекторы здесь выполняли сугубо мирные, художественные функции. Выставку можно считать поворотным пунктом в истории архитектурного освещения, когда заливающий свет спрятанных от глаз посетителей прожекторов стал господствующим приемом, оттеснив на второй план контурное иллюминационное освещение.

Международный фестиваль и выставка в Рио-де-Жанейро в 1922 году в честь столетия независимости Бразилии также отличались широким использованием цветного освещения и «синтиллятора» д'Арси Риана (*рис. 29*). На международной выставке декоративного искусства и современной промышленности в Париже в 1925 году (светодизайнеры Дилли, Ф. Джакопоцци, Ведовелли) явственно обнаружились стилистические различия в освещении сооружений в Новом и Старом Свете: европейцы менее широко использовали мощные потоки заливающего света, предпочитая новые формы экранизированного, отраженного и рассеянного света при устройстве световых контуров, карнизов, светящихся элементов фасадов.

Международная выставка в Филадельфии в 1926 году, посвященная 150-летию Декларации независимости США, кроме традиционной уже «Башни света» представила крупнейшую для своего времени электротехническую структуру — объемный Колокол Свободы (*рис. 2.39*), составленный из 26 тысяч цветных 50-ваттных ламп накаливания, который был наиболее популярным «экспонатом». Колористическая схема выставки была разработана В.А. Доджем, светодизайнер С.Г. Хиббен широко применял мощные военные зенитные прожекторы с цветными светофильтрами, воспроизводящие эффекты синтиллятора д'Арси Риана на выставке в Сан-Франциско в 1915 году.



А

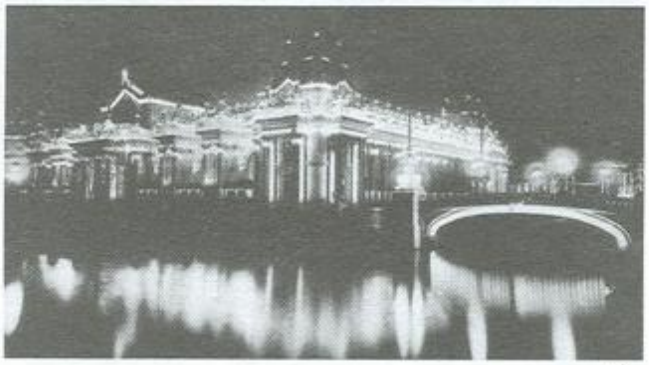
Б

Рис. 28. Эдисоновская «Башня Света» на Международной выставке в Чикаго в 1893 году (А) и световой ансамбль Трансмиссисипской выставки в Омахе, штат Небраска, в 1898 году (Б) — зарождение приемов и сочетаний контурного, локального и заливающего освещений

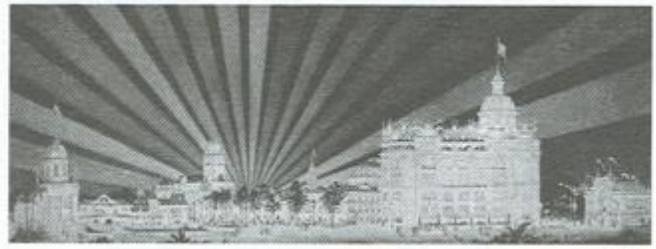
Знаменитая Всемирная выставка в Барселоне в 1929 году — пожалуй, единственная из всех выставок — оставила до наших дней два шедевра светового искусства — эспланаду подсвеченных

А

Б



В



Г

Рис. 29. Объекты освещения на крупнейших выставках начала XX века: Электрическая башня на Пан-американской выставке в Баффало (А), 1901 год; Центральная башня в парке «Дримланд» на Кони Айленде в Нью-Йорке (Б), 1903 год; Дворец электричества на Луизианской торговой выставке в Сент-Луисе, штат Миссури (В), 1904 год (светодизайнер Х. Растин); международная выставка в Рио-де-Жанейро с «синтиллятором» д'Арси Риана (Г), 1922 год

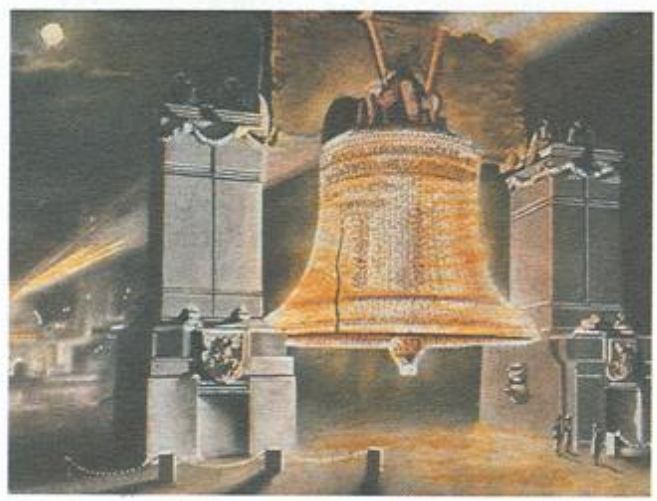


Рис. 2.39. Светопанорама Панамо-тихоокеанской международной выставки в Сан-Франциско с «Тауэр оф Джуэл» на фоне лучей «синтиллятора» (А), 1915 год; «Колокол Свободы» на Международной выставке в Филадельфии (Б), 1926 год

А

Б

Рис. 2.40. Всемирная выставка-ярмарка в Барселоне: освещение фонтанов и дворца в 1929 году (А) и в настоящее время после реконструкции в конце 1990-х годов (Б)

фонтанов с большим «поющим» светоцветодинамическим фонтаном во главе ее (светодизайнер К. Буигас) и веерное цветное прожекторное многолучие над центральным куполом Национального дворца, которое сегодня символизирует девятиполосный флаг Каталонии (*рис. 2. 40*). Этот образ стал символом Барселоны. Мощная осевая планировочная композиция выставки вечером, благодаря своему световому решению, с абсолютной четкостью дисциплинирует напряженные потоки посетителей.

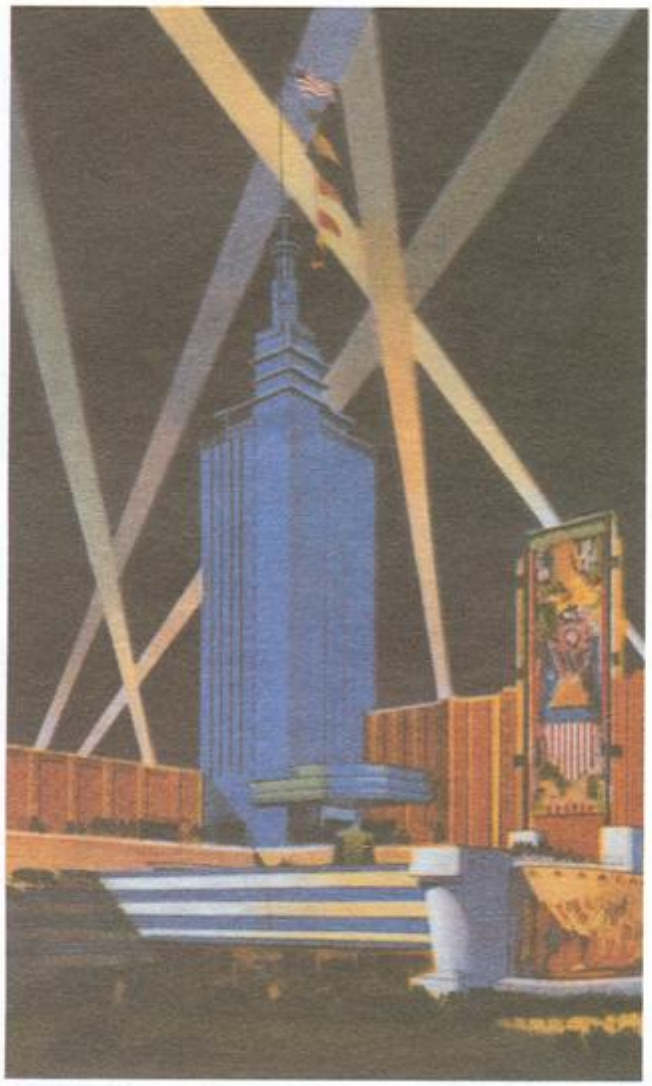
Международная выставка «Столетие прогресса» в Чикаго в 1933 году с особым акцентом использовала цвет в архитектуре павильонов (авторы колористической схемы Д. Урбан и Ш. Вогельгесанг), зенитные прожекторы и газосветные трубки с цветным светом (светодизайнер В. д'Арси Риан). На кровле павильона Форда по кругу диаметром 60 м были установлены 24 мощных прожектора с лучами света в одну милю высотой (*рис. 2.41*). Это решение считается одним из прообразов «световых соборов» А. Шпеера. Выставка закрылась в 1934 году под девизом «Фестиваль освещения: апофеоз рукотворного света».

Всемирная выставка в Париже в 1937 году оценена очевидцами как «волшебная сказка света, цвета и звука» (светодизайнеры А. Гране, К. Буигас и др.). В очередной раз преобразилась Эйфелева башня, взявшая на себя 32 «поисковых» прожектора, тысячи цветных ламп накаливания и новейших люминесцентных ламп. В организации светоцветовых спектаклей на ее территории и водных поверхностях с успехом использовались даже ультрафиолетовые источники и люминесцирующие материалы.

Дневными и ночными доминантами Всемирной выставки в Нью-Йорке в 1939 году стали Трилон и Перисфера, залитые ночью интенсивным прожекторным светом, менявшим свой цвет от янтарного к красному и синему. В заливающем освещении других объектов были введены определенные ограничения, что отличало эту выставку от предшествующих. Эти ограничения не касались проводившихся грандиозных светоцветовых спектаклей (светодизайнеры Б. Джонс, Д.С. Хамел, Р.С. Энжелкен, колорсхема – Д.Е. Гарнсей).

Международная выставка «Голден Гейт» в Сан-Франциско в 1939 году отличалась не только архитектурой «в духе азиатского востока», но и активным, даже экстравагантным цветовым решением (Д. Стэнтон). Светодизайнер А.Ф. Дикерсон определил роль света как психологического стимулятора, а разработанную им схему освещения как уникальное достижение. Более чем когда-либо свет был использован для создания собственных образных форм (*рис. 2.42*). Для этого, в частности, была возведена «Башня Солнца» и создан «Двор Луны и звезд» с характерным светоцветовым обликом. В светоцветовых спектаклях использовались синтилляторы и люминесцентная живопись в свете ультрафиолетовых ламп.

Послевоенные международные выставки ЭКСПО интересно прокомментированы В.Г. Макаревичем [18], начиная с выставки в Брюсселе, где он был одним из авторов экспозиции и освещения советского павильона. Несмотря на двадцатилетний перерыв, многие традиции довоенных выставок были использованы и развиты в части их планировочной и световой организации. Создание крупных международных выставочных



А

Б

В

Рис. 2.41. Объекты Международной выставки «Столетие прогресса» в Чикаго в 1933 году: Дворец науки (А), павильон Форда (Б) и павильон «Либбей-Овенс Гласс» (В)

ансамблей обычно сопряжено с неизбежной трудностью: основное планировочное решение принимается организаторами выставки, архитектура павильонов — странами-участницами, также различными фирмами, которые часто не знают, как будет выглядеть непосредственное окружение и ансамбль в целом. В таких ситуациях общее цветовое (днем) и световое (вечером) решение может стать объединяющим началом, чем не без успеха пользовались организаторы едва ли не всех предшествующих выставок. Кроме того, все участники стараются показать последние технологические новинки и художественные приемы организации архитектурно-выставочного пространства, вовлекая в него все новые и новые искусственно созданные и природные элементы. Поэтому стали освещаться не только павильоны, транспортные и инженерные сооружения, но и специально создаваемые дизайнерские объекты «заполнения» среды и усиления ее выразительности — водоемы, каскады и фонтаны, скульптуры и малые формы, деревья, газоны и цветники, разнообразные элементы дорожного мощения с активным использованием свето-цвето-динамики и стереозвука. Экспериментально проверялись новые типы источников света и осветительных устройств, новые приемы организации диалога «свет и архитектурная форма».

ЭКСПО-58 в Брюсселе (светодизайнеры А. Боэребум, Р.Ж. Вильямс) запомнилась двумя выдающимися экспонатами — павильоном США «Атомиум» и павильоном фирмы Филипс, спроектированным Ле Корбюзье, где он вместе с Я. Ксенакисом и Э. Варезом создал «Электронную поэму» — интерьерный вариант эмоционального синтетического спектакля «Звук и

А

Б

Рис. 2.42. Объекты Международной выставки «Золотые ворота» в Сан-Франциско в 1939 году: «Храм Компаунд» (А) и «Башня Солнца» (Б)

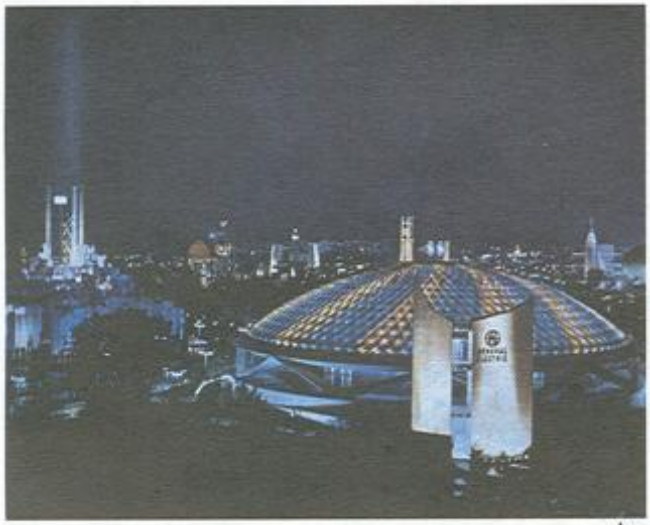
Свет». «Атомиум», представляющий увеличенную молекулу железа высотой 90 м из девяти шаров-атомов, соединенных трубами, до сих пор является архитектурной доминантой Брюсселя. Его световое решение было весьма оригинальным: в фасадные поверхности гигантских шаров, облицованных листами полированного алюминия, были вмонтированы сотни миниатюрных 10-ваттных ламп, не заметных днем. Вечером свет ламп был запрограммирован так, чтобы воспроизвести движение электронов на поверхности ато-

А

Б

Рис. 2.43. «Атомиум» на ЭКСПО-58 в Брюсселе: А — современный вид; Б — вид в дни ЭКСПО

мов, что создавало впечатление непрерывных электрических разрядов на каждом шаре, многократно отражающихся бликами на соседних шарах (*рис. 2.43*).



А

Б

Рис. 2.44. Павильон «Дженерал Электрик» («Башня света» слева на втором плане) на Всемирной выставке в Нью-Йорке в 1964 году (А); светопанорама ЭКСПО-67 в Монреале с павильонами СССР и США на заднем плане (Б)

Планировочным «стержнем» обширной территории выставки была аллея Бельгии с протяженным водным каскадом, который подсвечивался цветным светом, отражая в своих зеркалах мерцающий «Атомиум».

Всемирная выставка в Нью-Йорке в 1964 году также имела несколько уникальных световых композиций (светодизайнер М. Катлер). Доминантой ее была впечатляющая «Юнисфера» диаметром 36 м в окружении фонтанов с цветным динамическим светом. Светоцветодинамика эффектно использовалась и на ажурном сетчатом куполе павильона «Дженерал Электрик» (*рис. 2.44*). Но наиболее концептуальным был павильон «Электричества и Света» в виде уже традиционной для подобных выставок эдисоновской «Башни Света». Днем его архитектура не впечатляла своей выразительностью, но ночью здание становилось виртуальной доминантой благодаря мощному столпу света, вырывающемуся из центрального зенитного проема. Вся материальная структура павильона была подчинена тому, чтобы сконцентрировать свет ксеноновой лампы мощностью 5 кВт в одной точке и сфокусировать его в вертикаль, господствующую над всей территорией выставки.

В основу создания световой архитектуры ЭКСПО-67 в Монреале был положен светотехнический принцип «ничто не должно мешать восприятию, ни одна слепящая яркость не должна быть в поле зрения посетителя» [18]. Основная магистраль — линия железной дороги, соединяющая разбросанные на искусственных островах участки выставки, — ярко освещалась вечером и зрительно объединяла обширную территорию. Освещение участков выставки осуществлялось серией оригинальных светильников разного масштаба и дизайна, которые положили начало внедрению новых принципов современного декоративно-функционального освещения пешеходных зон и зеленых насаждений.

В освещении павильонов заливающий свет присутствовал в минимальной степени, поскольку сама архитектура все более становилась самосветящейся. Таким эффектом обладали и доминантные объекты выставки — павильон США в виде прозрачной сферической структуры диаметром 80 м (Б. Фуллер) на острове Святой Елены и павильон СССР на острове Нотр-Дам (М.В. Посохин и др.). Световая архитектура нашего павильона в процессе проектирования моделировалась на макете в масштабе 1 : 50 (В.Г. Макаревич и др.). На ЭКСПО-67 свет стал активным средством решения генерального плана, световой архитектуры экстерьера и интерьеров, а также выразительной частью экспозиции (*рис. 2.44*).

На Всемирной ЭКСПО-70 в Осаке, спроектированной под общим руководством К. Танге, получили дальнейшее развитие концепции освещения предыдущих выставок. Световой архитектуре великий мастер уделил большое внимание. Центральное ядро выставки — Зона Символов с Площадью фестивалей, перекрытой громадной структурой со сложной многопрограммной системой встроенного освещения на высоте 30 м над землей — излучало интенсивный свет (освещенность на площади 150 лк, а во время массовых представлений — до 2500 лк), фокусирующий внимание на ключевой планировочной точке и главной оси выставки. Этот эффект усиливался

двумя вертикальными освещенными доминантами — Башней Солнца и Башней ЭКСПО, имевшими виртуальную связь в виде двух мощных горизонтальных пучков света длиной 700 м вдоль главной оси композиции, испускаемых из Зоны Символов золотым ликом Солнца в сторону главного входа с башней ЭКСПО (*рис. 2.45*).

Тема света по-разному отражена в архитектуре и названиях многих павильонов — Башня Радуги, Дерево Света и др. Швейцарский павильон, точнее, его надземная часть в виде пространственной структуры из металлических стержней, воспроизводящей геометризированную крону могучего дерева, днем воспринимался легким, воздушным, нейтральным по впечатлению конструктивным скелетом. Вечером 32 000 40-ваттных ламп накаливания, вмонтированных в эту структуру, превращали ее в гигантский сияющий цветок, зрительно растворяющий несущий металлический каркас. Этот пример весьма характерен для понимания новой психологии архитектурного творчества, направленного на поиск образных решений с помощью электрического света, на комплексную разработку материальных и световых форм в их органическом единстве.

Последующие выставки ЭКСПО на Окинаве, в Севилье и в других местах неизменно использовали свет как важнейший материал архитектурной выразительности, но они становились уже почти привычным периодическим явлением международной жизни, привлекающим относительно меньшее внимание широкой общественности, чем раньше.

Многие претенциозные архитектурные и инженерные сооружения и комплексы, построенные в конце XX века и, в особенности, к Миллениуму, получили не менее претенциозное освещение, не говоря о грандиозных фейерверках в новогоднюю неделю в крупнейших городах на всех континентах мира. Эта впечатляющая демонстрация управляемой огненной стихии стала очередной точкой отсчета не только летосчисления, но, главное, развития светового дизайна в масштабах планеты.

А

Б

Рис. 2.45. Пространственная структура над Площадью фестивалей с Башней Солнца (А) и Башня ЭКСПО-70 в Осаке (Б)

2.2. Электрические источники света

Электрические **источники света**, в быту называемые лампами, являются основным, фундаментальным элементом световой архитектуры и современного светодизайна. По профессиональному определению («Международный светотехни-

ческий словарь») [30] они есть **первичные источники, т.е. тела, излучающие свет в результате преобразования электрической энергии. Ко вторичным источникам света относятся тела, не обладающие собственным свечением, но светящиеся благодаря отражению или пропусканию света первичного источника**.

Безусловной необходимостью для практикующего светодизайнера является знание палитры и основных свойств этого первичного элемента световой среды. Как строящий архитектор не может успешно работать без знания номенклатуры и качеств традиционных строительных и отделочных материалов, так светодизайнер будет беспомощен в общении с инженерами-светотехниками и электриками, менеджерами и заказчиками, не умея отличить, например, галогенную лампу от металлогалогенной, газосветную от люминесцентной, не представляя себе преимуществ и недостатков различных ламп и областей их рационального применения.

Любой источник света в условиях городской среды не может использоваться без соответствующей арматуры, что в комплексе составляет **осветительный прибор**, выполняющий разнообразные функции.

С доисторических времен человек использует огонь — одно из великих своих открытий — как источник тепла и света. Античные источники рукотворного света — факелы, лучина, жировые и масляные светильники — сохранились, по существу, до XVIII века; в средние века к ним прибавилась свеча, в XIX веке — керосиновый и газовый фонари, которые для некоторой части населения земного шара сохранили свое значение и в наше время. Достаточно сказать, что в Берлине сегодня из 224000 светильников 44000 — газовые. Эти источники характеризуют длительный доэлектрический период эволюции средств освещения.

Малая мощность этих источников, низкий коэффициент использования при преобразовании тепловой энергии в световую, примитивное устройство и однообразие излучаемого ими спектра ограничивали их роль в архитектуре, в создании комфортной среды, в особенности, в городе. Однако стремление придать художественно выразительную форму светцам и плошкам, каганцам и лампадам, торшерам и фонарям, лампам и люстрам, освещающим храмы и дворцы, жилища и улицы, свидетельствует о внимании древних мастеров, заказчиков и потребителей к этим деталям быта. Потребность в улучшении освещения интерьера приводила к увеличению числа сосудов для масла или подсвечников. Размеры светильников все возрастали, для их изготовления начали применять ценные материалы и богато их орнаментировать. В средневековых соборах Киевской Руси и Западной Европы появлялись многоярусные светильники и люстры в виде грандиозных венцов: при зажженных плошках или свечах они создавали зрительное впечатление членения центрального нефа на несколько частей по вертикали.

В последующие века подобные люстры стали применять не только в культовых зданиях; им придавали формы, соответствующие архитектуре интерьера. Известны высокохудожественные люстры эпохи барокко, изысканные по форме люстры эпохи русского классицизма, в которых использовали венецианское лепное стекло, граненый хрусталь, цветное стекло, золоченые пластически выразительные детали. Концентрация огоньков свечей, многократно умноженных бликами, отражением и преломлением света в подвесках и арматуре люстр, в сочетании с зеркальной и цветовой отделкой стен и плафонов и с блистающими мозаичными полами создавала впечатление необычайной нарядности, праздничности интерьера, насыщенности его светом.

Большое внимание, которое уделяли архитекторы и мастера форме, материалу, декоративной отделке светильников, хорошо найденная масштабность, цветовая гамма и разнообразие осветительных приборов (подвески, бра, канделябры, жирандоли) свидетельствуют о высокой культуре проектирования интерьера, в значительной мере утраченной ныне. Индивидуализированные светильники прошлых эпох были предметом развитого кустарного производства. В определенной степени все эти возможности использовались и в городском освещении, история которого отражена в *п. 2.1.*

В XIX веке на смену свечам пришли керосиновые и газокалильные лампы, имеющие более высокую световую отдачу. Творческие усилия специалистов были направлены на поиск формы новых светильников, отвечающих условиям массового заводского изготовления, на сочетание дешевизны с высоким художественным качеством изделий. На рынке появляются самые разнообразные приборы — подвесные, настольные, настенные, различающиеся между собой конструктивным устройством, размерами, формой, материалом, цветом, художественной отделкой, сто-

имостью. Керосиновые и газовые фонари с калильной сеткой стали освещать улицы и площади городов.

Революционный скачок в технике освещения произошел в конце XIX века с созданием первых электрических ламп. Электрический свет стал, без сомнения, началом новой эпохи. Приоритет в этой области принадлежит русским ученым. Начальной датой в истории развития электрических источников света следует считать 1802 год, когда В.В. Петров открыл явление электрической дуги, неправильно названной впоследствии вольтовой. Дальнейшие принципиальные усовершенствования принадлежат А.И. Шпаковскому, В.Н. Чиколеву (электромагнитный регулятор длины дуги), А.Н. Лодыгину и П.Н. Яблочкову. В 1872 году Лодыгин впервые продемонстрировал в Петербурге созданную им лампу накаливания, в которой свет излучал раскаленный угольный стержень, заключенный в стеклянную колбу, из которой кислород удалялся за счет сгорания части угля при прохождении через него электрического тока. Благодаря этому оставшаяся часть стержня светила относительно долго. Работая над улучшением лампы, Лодыгин, а за ним Эдисон, Ленгмюр и другие, внесли ряд изменений (вольфрамовая спираль, откачка воздуха из колбы, заполнение ее инертными газами и т.д.), что улучшило ее характеристики. Поиск способов повышения эффективности ламп накаливания продолжается и сегодня.

На первом этапе разработки источников электрического света более широкую известность и распространение получила дуговая лампа-свеча, созданная в 1876 году П.Н. Яблочковым. Свет в ней излучала электрическая дуга, горящая между двумя параллельными угольными электродами, разделенными между собой каолином и заключёнными в шарообразную колбу из молочного стекла. Область применения дуговых ламп вскоре была ограничена из-за особенностей их функционирования — характерного шума дуги внутри колбы — областью наружного освещения и специальными задачами. Например, благодаря малым размерам светящего тела и высокой интенсивности концентрированного излучения они использовались в зенитных прожекторах, создающих узкий и мощный пучок параллельных лучей света.

Лампы накаливания имеют ряд серьезных недостатков, главный из них — низкий световой КПД, поскольку лишь 7—13 % мощности излучения вольфрамовой спирали приходится на свет, остальное идет в тепловое излучение. Поиск более эффективных источников привел к созданию принципиально иного типа ламп, получивших название разрядных (газо- и пароразрядных). В них использован эффект свечения газа (ксенона, аргона, неона, гелия) или паров металла (ртути, натрия и др.) при пропускании через них электрического разряда.

Свечение паров ртути было описано еще М.В. Ломоносовым, а первую ртутную лампу создал русский изобретатель И. Репьев в 1879 году [8]. Над созданием и усовершенствованием разрядных ламп работали многие зарубежные ученые. В начале XX века в Европе и США начали применять газосветные трубки с азотом и углекислотой, затем с неоном, включая их в сеть высокого напряжения. В 1930-е годы появляются ртутные лампы низкого и высокого давления и натриевые лампы низкого давления. В послевоенный период созданы ксеноновые, металлогалогенные и натриевые лампы высокого и сверхвысокого давления. В последние годы идет успешная работа над совершенствованием полупроводниковых (светодиодных) источников света.

Пути развития источников света всегда определялись стремлением осуществить наиболее экономичное преобразование электрической энергии в световую, получив при этом сравнимое с естественным качество оптического излучения. Экономичность, или эффективность, электрических ламп обычно характеризуют величиной их световой отдачи, лм/Вт, т.е. световым потоком (количеством люменов), излучаемым лампой при потреблении энергии мощностью 1 Вт, а также сроком ее службы.

Ниже приведены значения световой отдачи некоторых источников света, лм/Вт:

свеча	0,1
лампа керосиновая	0,25
лампа газокалильная	1,12
лампы накаливания нормальные	8—19
лампы дуговые с угольными электродами	4—39
лампы разрядные	30—200

Сегодня промышленный ассортимент выпускаемых источников света весьма разнообразен по диапазону мощностей, форме и размерам колб, а также светотехническим, цветовым и экономическим характеристикам. Это ставит перед проектировщиками вопрос о рациональном выборе

Таблица 2.1. **Основные характеристики источников электрического света, применяемых в осветительных установках**

Характеристики источников света		Тепловые ИС		Разрядные источники света				
				низкого давления		высокого давления		
		ЛН	ГЛН*	ЛЛ, КЛЛ	НЛНД	НЛВД	МГЛ	ДРЛ
электрические	мощность, Вт	15–500 (3000)	35–2000 (20000)	3–150	18–200	35–1000	20–2000 (4000)	50–1000 (2000)
световые (экономические)	световая отдача, лм/Вт	8–19	15–25	40–104	103–203	100–150	60–120	35–63
	срок службы, час	500–2000	2000–4000	10000–60000	До 18000	6000–30000	3000–20000	12000–24000
	цветовая температура, $T_ц$ К	2500–2700	2700–3200	2600–6700	1800	1900–3000	3000–7000	3300–4500
цветовые	общий индекс цветопередачи, R_a	100**	100**	До 99	–	20–85	60–93	40–52

Аббревиатуры: ИС – источник света; ЛН – лампы накаливания (нормальные, зеркальные, прожекторные); ГЛН – галогенные лампы накаливания; ЛЛ – люминесцентные лампы и КЛЛ – компактные люминесцентные лампы; НЛНД – натриевые лампы низкого давления; НЛВД – натриевые лампы высокого давления; МГЛ – металлогалогенные лампы; ДРЛ – дуговые ртутно-люминесцентные лампы.

Примечания: 1) в скобках указаны максимальные мощности некоторых создававшихся ранее и снятых с производства ИС; 2) цветовая температура стандартных ИС: А – 2856 К (свет лампы накаливания); В – 4874 К (свет Солнца); С – 6774 К (свет облачного неба).

* Для стандартного напряжения (220–230 В).
** Для тепловых ИС – условная величина.

типа ламп при разработке осветительных установок различного назначения и при решении вопросов световой архитектуры интерьера и города.

К основным характеристикам источников света относятся электрические (напряжение, мощность), геометрические (размеры и форма колб), световые (световой поток, световая отдача, яркость), цветовые (спектральный состав, цветность излучения, цветопередача) и экономические (стоимость, срок службы).

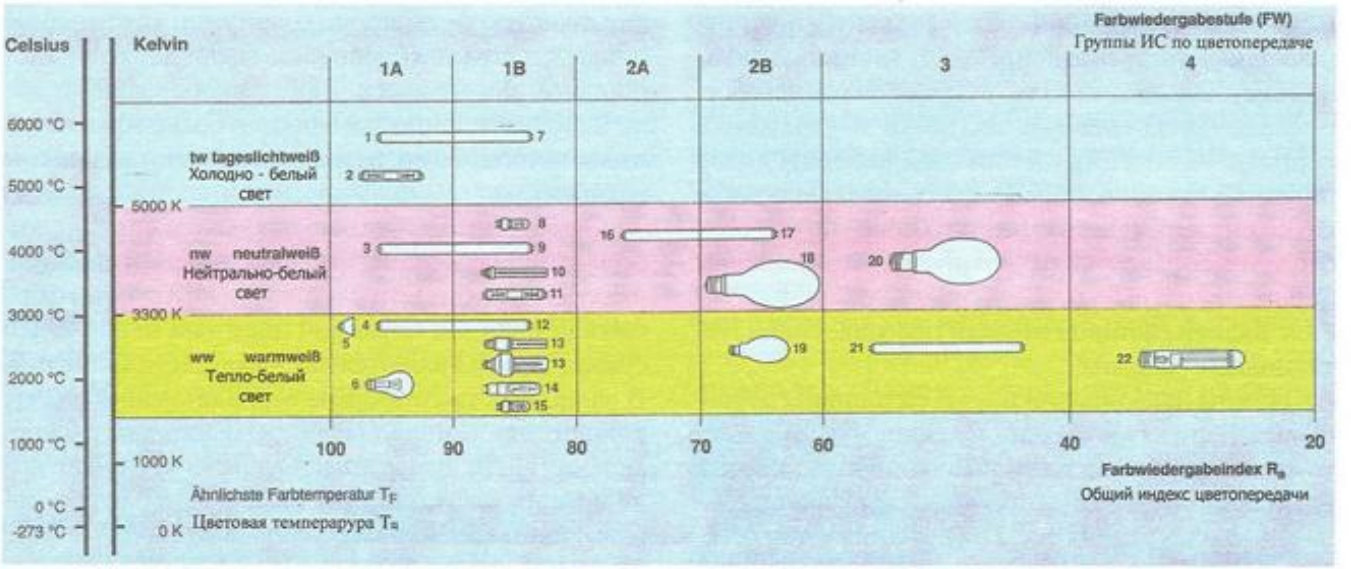
В *табл. 2.1*, составленной по отечественным и зарубежным материалам, приведены основные показатели источников света, применяемых в осветительных установках общего назначения в интерьерах и наружных пространствах, а на *рис. 2.46* – классификация ламп по цветовым характеристикам излучения (по данным журнала "*Gutes Licht fur Verkaufsraume und Shaufenster*", 6).

По принципу преобразования электрической энергии в световую все источники света разделяются на два класса: тепловые и разрядные [39].

Тепловые источники света. В тепловых источниках свет излучает тело накала, разогревающееся под воздействием проходящего через него электрического тока до температуры свыше 1000 К, когда в его излучении кроме тепловых (инфракрасных) лучей появляются видимые длинноволновые (красные) лучи спектра.

Закономерности теплового излучения обычно изучают на идеальной модели, называемой «абсолютно черным телом» (АЧТ), которое поглощает все падающие на него излучения. Замкнутая полость любого непрозрачного тела является черным телом, так как ее стенки поглощают все собственные излучения. Изменяя температуру внутренних стенок полости и наблюдая при этом ее излучение через маленькое отверстие, экспериментально установили законы теплового излучения этого тела.

Согласно этим законам при одной и той же температуре черное тело излучает больше любого другого (реального) тела; оно имеет сплошной непрерывный спектр излучения; цветность излучения резко изменяется с изменением температуры тела, при этом происходит перемещение максимума излучения по спектру и чрезвычайно энергичное изменение величины этого максимума. В пределах температур от 3750 до 7800 К максимум излучения находится в области видимых излучений. При выходе температуры за эти пределы максимум излучений, соответственно, пе-



1. Люминесцентная лампа de-Luxe (ЛДЦЦ)
2. Металлогалогенная лампа
3. Люминесцентная лампа de-Luxe (ЛБЦЦ)
4. Люминесцентная лампа de-Luxe (ЛТБЦЦ)
5. Зеркальная галогенная лампа
6. Лампа накаливания
7. Люминесцентная лампа (ЛДЦ, ЛХБЦ)
8. Металлогалогенная лампа
9. Люминесцентная лампа (ЛБЦ, ЛЕЦ)
10. Компактная люминесцентная лампа
11. Металлогалогенная двухцокольная лампа
12. Люминесцентная лампа (ЛТБЦ)
13. Компактная люминесцентная лампа
14. Натриевая лампа высокого давления «белого света»
15. Металлогалогенная лампа
16. Люминесцентная лампа (ЛЕ)
17. Люминесцентная лампа (ЛБ)
18. Металлогалогенная лампа в светорассеивающей колбе
19. Натриевая лампа высокого давления (ДНаТ – 2В группа по цветопередаче)
20. Ртутная лампа высокого давления (ДРЛ)
21. Люминесцентная лампа (ЛТБ)
22. Натриевая лампа высокого давления (ДНаТ – 4-я группа по цветопередаче)

Рис. 2.46. Цветовые характеристики излучения электрических ламп общего назначения

ремещается в инфракрасную или ультрафиолетовую области спектра.

Чем бóльшая доля излучений приходится на видимую область спектра, тем выше коэффициент полезного действия (световой КПД) источника света, выражаемый отношением светового и лучистого потоков $\Phi : \Phi_e$. Если повышать температуру излучателя, то вначале происходит рост светового КПД до максимума при T = 6500 К (примерно температура Солнца), а затем его значение падает, так как максимум излучения перемещается за пределы видимого спектра. Максимальное значение КПД = 14 % является пределом экономичности для тепловых источников света, а положение этого максимума определяется, по-видимому, приспособлением человеческого глаза в процессе эволюции к излучению основного природного источника света — Солнца.

Температура черного тела, измеряемая по шкале Кельвина, определяет цветность его излучения. Цветность свечения реального тела, в том числе тепловых источников света, может быть охарактеризована так называемой **цветовой температурой** $T_ц$, т.е. температурой, при которой цветность излучения черного тела совпадает с цветностью излучения данного тела.

Цветовая температура источников влияет на цвет объектов и на цветовую адаптацию наблюдателя, поэтому комфортность освещения во многом зависит от правильного выбора $T_ц$ К. Однако цветовая температура не дает исчерпывающего представления о качестве цветопередачи ламп, зависящем от спектров их излучения.

Разнообразие спектров источников искусственного света обусловило необходимость введения и контроля специальной характеристики качества их цветопередачи — **общего индекса цветопередачи** R_a (*см. п. 1.3*).

Лампы накаливания (ЛН) являются основным типом класса тепловых источников света (*см. рис. 2*). Свет излучает разогретая до температуры около 3000 К вольфрамовая спираль. Световая отдача, а следовательно и экономичность ламп накаливания, весьма мала, и существенное ее увеличение без принципиальных изменений конструкции практически невозможно, так как температура

плавления вольфрама (3653 К) ставит в этом отношении естественный предел. В диапазоне величин световой отдачи более высокие значения обеспечиваются за счет компактности и утолщения спирали, улучшения состава заполняющих колбу инертных газов, введения в них специальных добавок, напыления на внутреннюю поверхность колбы теплоотражающего покрытия. Недостатком ламп является небольшой срок их службы, что вместе с низкой световой отдачей повышает эксплуатационные расходы.

Лампы накаливания имеют сплошной (непрерывный) спектр излучения с максимумом в желто-оранжевой области видимого спектра, а на коротковолновую часть приходится незначительная доля излучений (*рис. 2.47*). Поэтому при освещении ими восприятие цвета заметно меняется: «теплые» (красные, оранжевые, коричневые) цвета воспринимаются относительно более яркими, чем днем; «холодные» (зеленые, синие, фиолетовые) — ослабляются, жухнут; бледно-желтый цвет трудно отличить от белого.

Путем применения светофильтров и цветных колб, частично поглощающих оранжево-красное излучение, в принципе можно повысить цветовую температуру ламп накаливания с 2500—2700 до 3500—4000 К, но световой поток при этом снизится на 30—35 %.

Лампы накаливания имеют ряд преимуществ перед разрядными: они значительно дешевле и экологически чище, просты в обслуживании, включаются в сеть без дополнительных устройств, малочувствительны к температуре окружающей среды, хорошо работают в динамическом режиме, имеют относительно небольшие размеры и тело накала, отличаются разнообразием модификаций, малыми первоначальными затратами при оборудовании осветительных установок, высоким уровнем механизации производства. Доля светового потока стандартных ламп накаливания в общем количестве осветительных установок неуклонно сокращается, хотя бóльшая часть бытовых светильников все еще оборудована этими источниками света. В городской среде, пожалуй, только иллюминационное освещение осуществляется на основе малогабаритных ламп накаливания.

Вместе с лампами общего назначения выпускается большое количество типов специальных ламп, рассчитанных на стандартное (220—230 В) или пониженное (6, 12, 24 В) напряжение: зеркальные, цветные, прожекторные, иллюминационные, местного освещения, сигнальные, транспортные, для оптических систем, подводные и др., но и они неуклонно заменяются более эффективными галогенными, разрядными, светодиодными источниками.

Зеркальные лампы имеют колбы специально рассчитанной формы, частично покрытые изнутри слоем серебра или алюминия, которому может быть придан тот или иной цветовой оттенок. По существу, они являются лампами-светильниками. В зависимости от формы зеркала лампы имеют концентрированное, среднее или широкое распределение светового потока. Существуют также подобные им по устройству лампы с диффузно-отражающим слоем, прессованные зеркальные лампы *PAR* и лампы-фары.

Колба нормальных ламп или выходное отверстие зеркальных ламп могут выполняться из матированного, молочного, рифленого или цветного стекла; последняя модификация широко применяется в светомузыкальных и информационно-рекламных установках.

Прожекторные лампы отличаются от ламп общего назначения повышенной мощностью, а также тем, что нить накала располагается в одной плоскости, образуя применительно к размерам зеркала прожектора светящуюся точку. Благодаря этому можно получить узкий пучок света, что необходимо для освещения небольших объектов со значительного расстояния.

Галогенные лампы накаливания (ГЛН) (иногда их называют лампами с йодным циклом), созданные в 1959 году, являются новой ступенью в развитии тепловых источников света. Галогенная лампа представляет собой трубку или колбу из кварцевого стекла с вольфрамовой спиралью. Колба заполняется аргоном, ксеноном или криптоном с добавлением определенного количества паров йода (или других галогенов, т.е. химических элементов главной подгруппы VII группы периодической системы Менделеева). Благодаря наличию галогена в газе-наполнителе колба галогенных ламп всегда остается прозрачной. Галоген препятствует осаждению испаряющегося с нити накаливания вольфрама на внутренних стенках колбы, что происходит в обычных ЛН, где с течением времени стекло от этого темнеет, а световой поток снижается. В так называемом вольфрамо-галогенном цикле галоген соединяется с вольфрамом, после чего это газообразное соединение воз-

вращается к спирали, на которой происходит осаждение вольфрама. Колба остается прозрачной, а высвободившийся галоген возвращается обратно в цикл. Это способствует удлинению срока службы нити накала и повышению ее температуры, а следовательно, и яркости, т.е. «побелению» света и повышению световой отдачи по сравнению с обычными лампами накаливания. По показателям экономичности ГЛН превосходят стандартные ЛН в два раза: галогенная лампа горит ярче и служит в два раза дольше аналогичной по мощности лампы накаливания.

Для специальных целей (музейное освещение) колбы галогенных ламп, выпускаемых на стандартное (220 В) или низкое (6, 12 или 24 В с помощью трансформатора) напряжение, изготавливают из кварцевого стекла с добавками, поглощающими нежелательное ультрафиолетовое излучение. Благодаря такому стеклу в колбе лампы удерживается интенсивное и вредное ультрафиолетовое излучение типа С и В, а более слабое и поэтому более безопасное излучение типа А ограничивается наполовину. Преимущества таких ламп: значительно меньшее ультрафиолетовое излучение и соответствующее снижение эффекта выцветания освещаемых объектов, обусловленного УФ-лучами.

Первые серии галогенных ламп накаливания создавались в расчете на большие мощности — до 20 кВт — для использования в установках наружного освещения или освещения высоких и больших по площади цехов производственных сооружений. Ныне такая необходимость отпала в связи с производством более эффективных разрядных ламп. Однако галогенные лампы сегодня еще рациональны в достаточно широком диапазоне мощностей и применяются в малогабаритных и относительно дешевых осветительных приборах в установках архитектурного освещения фасадов, витрин, музейных экспозиций, выставок, реклам, рабочих мест и интерьеров, а их специальные типы — в проекционной и осветительной технике, автомобилях и т.д.

Разрядные источники света. Класс разрядных источников более многолик, чем тепловых. **Разрядные лампы (РЛ)** основаны на использовании свойств газов (в газоразрядных лампах) или паров металлов (в пароразрядных лампах) светиться в электрическом поле. Каждому газу и металлу свойствен свой цвет свечения, причем, как правило, в режиме **низкого давления** это свечение имеет линейчатый спектр, а в режиме **высокого и сверхвысокого давлений** спектр приближается к сплошному (*рис. 2.47, 2.48*).

По ряду обстоятельств наиболее распространенным химическим элементом, с помощью которого создаются разрядные лампы, стала ртуть. Однако первые лампы, в колбе которых при низком давлении использовались пары ртути, применялись не для освещения, а в фотохимии, физиотерапии и т.д., поскольку спектральные линии ртути лежат в коротковолновой части видимого спектра и за его пределами — в области ультрафиолета. Лампы изготавливались из специального стекла, пропускающего УФ-лучи. Для получения приемлемого по цвету светового излучения нужно трансформировать УФ-излучение ртутного разряда в видимое, более длинноволновое, например, с помощью люминофора, наносимого на внутреннюю поверхность колбы из обычного стекла, или другими способами, что и было осуществлено в люминесцентных и других ртутных лампах.

Широкое применение ртути в разрядных лампах при массовом их выпуске создает серьезные проблемы утилизации вышедших из строя ламп. Поэтому в экологическом отношении они существенно проигрывают лампам накаливания. Сегодня многие светотехнические фирмы выпускают лампы с сокращенным количеством ртути (за счет уменьшения диаметра трубки с 40 до 16 мм и ее объема) или не на ртутной основе, экологически безопасных и потому более перспективных.

Разрядные лампы в последние десятилетия активно вытесняют тепловые источники света, особенно в установках наружного освещения и освещения интерьеров производственных и общественных зданий, поскольку они имеют в 5—15 раз более высокую эффективность (световую отдачу и срок службы), широкий диапазон мощностей с возможностью достижения очень высоких единичных мощностей (до 100 кВт), а также разнообразные спектры излучения.

К числу недостатков, присущих этому классу источников света, следует отнести более сложное, чем у ламп накаливания, включение их в сеть — через пускорегулирующие аппараты (ПРА) (потери напряжения в ПРА до 20—30 %), относительно высокую (вместе с ПРА) стоимость, неспособность мгновенно включаться, перезажигаться и работать в динамическом режиме (за исключением некоторых типов), не всегда приемлемые спектральные характеристики. ПРА предназначены для создания высокого на-

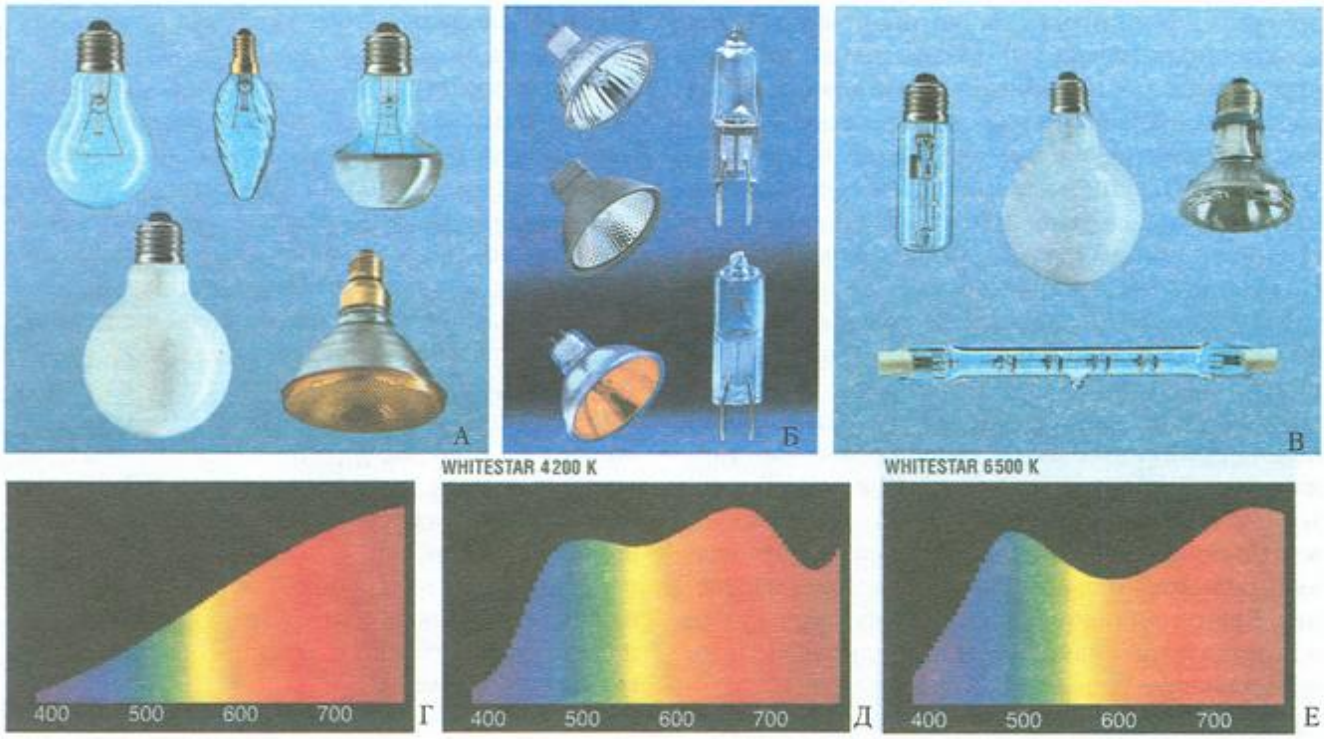


Рис. 2.47. Тепловые источники света и спектры их излучения (данные фирм *PHILIPS* и *BLV*): А — лампы накаливания: стандартные, декоративные светорассеивающие, зеркальные, цветные (в том числе типа *PAR*); Б — галогенные лампы низкого напряжения (6, 12, 24 В): с зеркальным отражателем различных модификаций, цветные, «пальчиковые»; В — галогенные лампы сетевого напряжения (220—230 В): трубчатые одноцокольные в двойной колбе, в светорассеивающей шаровой колбе, зеркальные (в том числе типа *PAR*), трубчатые двухцокольные (софитные); Г — сплошной спектр излучения тепловых источников света (принципиальная схема — присутствуют излучения всех длин волн видимого спектра с преобладанием оранжево-красных лучей); Д, Е — спектры излучения галогенных ламп бело-холодного света

пряжения в момент зажигания лампы и для обеспечения ее устойчивого свечения.

Разрядные лампы имеют разное рабочее давление газа (или паров металла) в колбе, называемой разрядной трубкой (или горелкой), и делятся по этому признаку на лампы низкого (0,1—10 Па), высокого ($3 \cdot 10^4$—10^6 Па) и сверхвысокого (более 10^6 Па) давления.

К **лампам низкого давления** относятся люминесцентные лампы (стандартные и компактные), натриевые лампы низкого давления и индукционные лампы.

Люминесцентные лампы (ЛЛ) по характеру электрического разряда делятся на лампы дугового разряда с горячими катодами и лампы тлеющего разряда с холодными катодами.

Люминесцентная лампа дугового разряда представляет собой стеклянную колбу в виде трубки со впаянными на ее концах электродами, стенки которой изнутри покрыты люминофором. В колбу вводится дозированная капелька ртути, а для облегчения зажигания лампы ее объем заполняется аргоном. Форма трубки у ламп общего назначения прямая, у ламп специального назначения — изогнутая, фигурная, иногда ей придают форму небольших светящих панелей.

Для включения люминесцентной лампы в сеть существуют разные схемы пускорегулирующих устройств, из них наиболее распространена стартерная схема. Стартер (пускатель) служит для автоматического подогрева электродов лампы, необходимого для ее включения. Дроссель (балластное сопротивление) необходим для стабилизации силы тока в процессе горения лампы. Конденсаторы нужны для снижения уровня радиопомех, создаваемых лампой и пускателем. Недостатки традиционных электромагнитных ПРА отсутствуют у современных высококачественных электронных аппаратов (ЭПРА), более дорогих, но обеспечивающих лампам повышенную экономичность, более качественный свет и увеличенный срок службы.

При пропускании электрического тока через лампу возникает дуговой разряд и происходит испарение ртути и свечение ее паров. Это излучение имеет линейчатый спектр с максимумом в невидимой УФ-области на линии с длиной волны 254 нм. Ультрафиолетовое излучение ртутного разряда возбуждает свечение люминофора (эффект фотолюминесценции). Каждому люминофору свойственен определенный спектр излучения, обычно сплошного характера, имеющий некоторый максимум, в основном и определяющий цветовой тон излучения лампы. Комбинируя состав люминофоров, можно, в принципе, получить любой по цветности свет.

Цветопередача, обеспечиваемая люминесцентными лампами, в целом более благоприятна по сравнению с лампами накаливания и некоторыми разрядными лампами, так как энергия излучения люминофоров равномерно распределяется по всему диапазону видимого спектра, а не сосредоточена в нескольких спектральных линиях или полосах, как у большинства разрядных ламп (*см. рис. 2.47*).

Для стандартных* ламп общего назначения стремятся создать цветности излучений, имитирующие те или иные фазы и состояния естественного освещения. Основными типами отечественных стандартных ламп общего назначения являются ЛД (дневного света, $T_ц$ 6500 К, R_a=73), ЛХБ (холодно-белого света, $T_ц$ 4500 К, R_a = 65), ЛБ (белого света, $T_ц$ 3500 К, R_a = 57), ЛТБ (тепло-белого света, $T_ц$ 2700 К, R_a = 53).

Спектральные характеристики этих ламп не вполне совпадают со спектральными характеристиками дневного света или абсолютно черного тела соответствующей температуры, вследствие чего восприятие некоторых цветов при освещении лампами указанных типов отличается от цветопередачи при дневном освещении. Сказываются недостаток излучения в красной области спектра и наличие голубых и зеленых линий ртутного разряда, равно как и избыточное излучение в желтой области спектра, приводящее к тому, что стандартные люминесцентные лампы общего назначения обеспечивают лишь удовлетворительную или среднюю, но не высококачественную цветопередачу (R_a < 70).

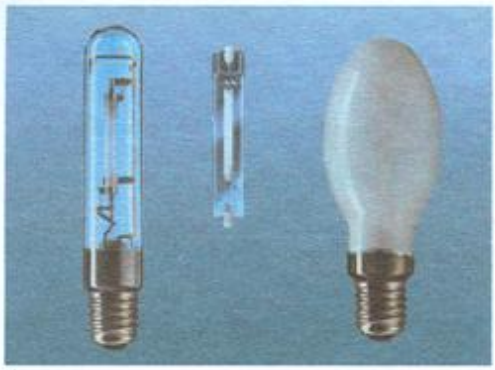
Для удовлетворения повышенных требований к восприятию цвета (в полиграфии, музеях, домах моды, при контроле изделий по цвету, в пешеходно-общественных зонах и т.п.) выпускаются люминесцентные лампы ЛДЦ ($T_ц$ 6000 К) с улучшенной цветопередачей (R_a = 92), отражаемой в маркировке отечественных ламп введением одной или двух букв «Ц» (*см. рис. 2.46*), а за рубежом — слов «делюкс» (R_a до 85), «суперделюкс» и «экстраделюкс» (R_a = 85 и более). Как правило, улучшение качества излучения по спектру в разрядных лампах приводит к снижению их световой отдачи. Тем не менее, в связи с постоянным повышением требований к качеству создаваемой жизненной среды в целом и световой среды в частности, все крупные зарубежные фирмы-производители ведут работы по улучшению основных характеристик люминесцентных ламп.

Интересны и перспективны трехполосные люминесцентные лампы (в их спектре три узкие полосы в красной, зеленой и синей областях, отвечающие максимумам цветовой чувствительности колбочек глаза и дающие при аддитивном смешении белый свет), имеющие больший световой поток и достаточно высокое значение R_a.

Для решения особых зрительных задач выпускают серии отечественных ламп с особой маркировкой: например лампы ЛЕ (естественно-белого света) и ЛЕЦ ($T_ц$ 3900 К, R_a = 85), свет которых благоприятен для цветопередачи лица человека; они применяются для освещения интерьеров общественных зданий и выявления дефектов при оценке белых и цветных тканей; лампы ЛХЕ и ЛХЕЦ ($T_ц$ 5200 К, R_a = 93) используются для больниц; лампы ЛДЦУФ ($T_ц$ 6500 К и R_a = 90), в световом потоке которых содержится повышенная доля УФ- и коротковолновых видимых излучений, применяются в текстильной и швейной промышленности, а лампы ЛТБЦ ($T_ц$ 2700 К, R_a = 88)— в жилых помещениях. Зарубежные фирмы выпускают еще более широкий по характеристикам ассортимент люминесцентных ламп, который постоянно разнообразится.

В ряде случаев используются люминесцентные лампы специального назначения: малогабаритные или компактные (КЛЛ) мощностью 3—40 Вт для местного освещения и для замены ламп накаливания в бытовых осветительных приборах, получающие все более широкое распространение; фигурные (*W*- и *U*-образные, кольцевые) — для освещения жилых, общественных и транспортных помещений; рефлекторные — для производствен-

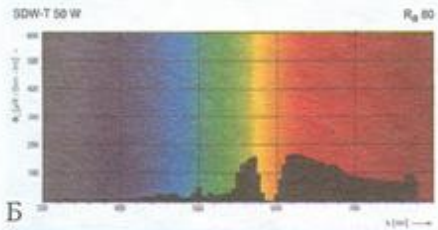
* В тексте встречается двоякое употребление термина «стандартный»: при колориметрической оценке цветности измерения используются источники «стандартных» измерений А, В, С, Е и др. (*см. п. 1.3*); при характеристике источников света общего назначения для массового использования в осветительных установках — «стандартные» лампы.



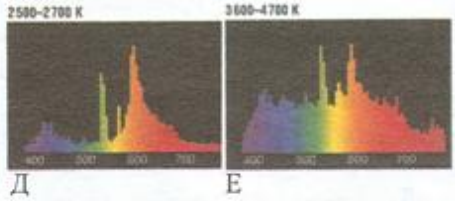
А

Г

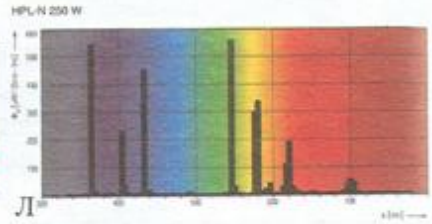
К



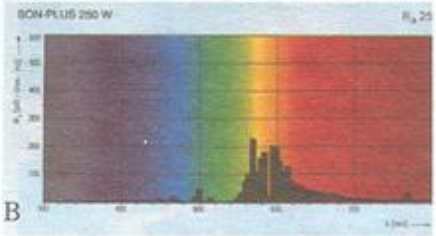
Б



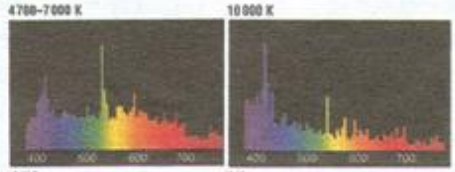
Д Е



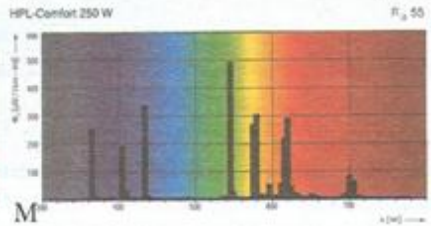
Л



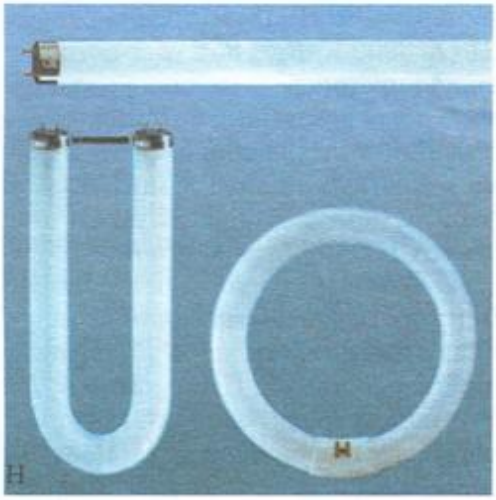
В



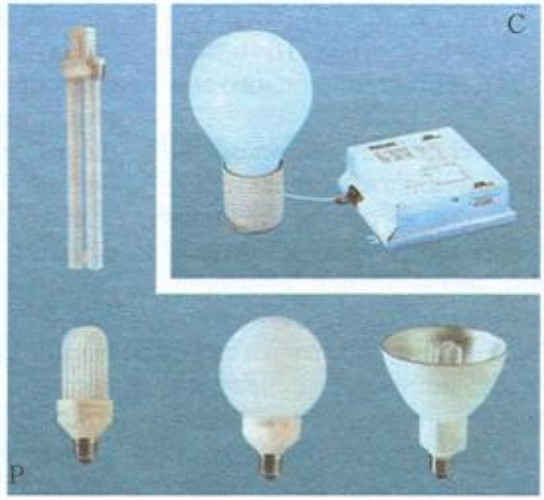
Ж И



М



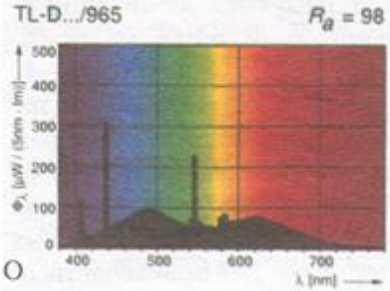
Н



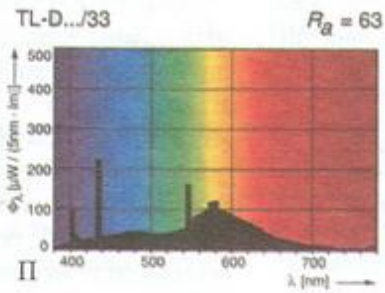
Р

С

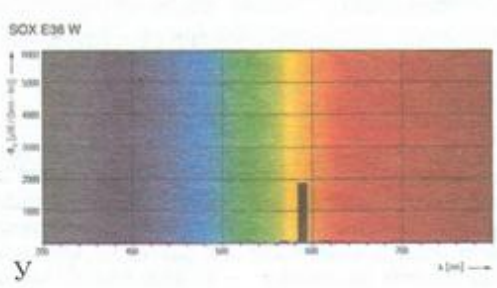
Т



О



П



У

ных помещений, витрин и устройства световых карнизов; высокоинтенсивные (150—220 Вт) — для промышленного и сельскохозяйственного освещения; амальгамные — для работы при повышенных температурах окружающей среды; цветные (красные ЛК, зеленые ЛЗ, желтые ЛЖ, голубые ЛГ, розовые ЛР) — для декоративного освещения и световой рекламы. Цветной свет получают и с помощью светофильтров — «чехлов» из прозрачной цветной пленки, одеваемых на лампу белого света.

Специальные люминесцентные лампы служат источниками ультрафиолетового излучения: ЛФ — в теплицах; эритемные — в фотариях и как дополнительный источник ультрафиолета в установках общего освещения помещений в районах Крайнего Севера; лампы «черного света» — для облучения люминесцирующих покрытий и в различных технологиях. В эритемных лампах, при облучении которыми на коже человека появляется загар (эритема), подобный солнечному, применяется специальный люминофор и увиолевое стекло, пропускающее УФ-лучи в диапазоне длин волн от 280 до 440 нм. Бактерицидные лампы не являются по существу люминесцентными лампами, так как не имеют люминофора. По устройству они не отличаются от эритемных, но их стекло пропускает коротковолновое УФ-излучение (254 нм), способное убивать бактерии. Поэтому они применяются для стерилизации воздуха, воды, продуктов питания в больницах, холодильниках, складах, в кухонном оборудовании.

В ряду люминесцентных ламп **компактные люминесцентные лампы (КЛЛ)** соединили в себе преимущества ламп накаливания (небольшие габариты, стандартный цоколь) и обычных трубчатых люминесцентных ламп (хорошая цветопередача, высокие световая отдача и срок службы, различные оттенки света), что обеспечивает им все более широкий спрос во многих странах, в том числе в жилом секторе, для которого они в первую очередь и создавались для замены ламп накаливания в бытовых осветительных приборах.

К группе газоразрядных ламп низкого давления относятся и люминесцентные лампы тлеющего разряда с холодными катодами, трубки которых заполнены инертными газами — неоном, аргоном, гелием. Лампы включаются в сеть последовательно через трансформатор, имеющий напряжение в несколько тысяч вольт, что представляет повышенную опасность при их эксплуатации. Поэтому, имея относительно невысокие световые характеристики, они применяются, в основном, в наружной световой рекламе и называются **газосветными, или неоновыми** (последнее название популярно, но не совсем точно). В них используется непосредственное свечение газа в электрическом разряде: неон излучает насыщенный оранжево-красный свет, аргон — голубовато-белый. Другие цвета излучения получаются за счет применения цветного стекла и смесей инертных газов друг с другом и с ртутью. В последнем случае на стенки трубки наносится люминофор, и лампа работает как люминесцентная.

Газосветная трубка диаметром 10—18 мм может иметь значительную длину и принимать любую криволинейную форму. Яркость таких отечественных ламп в зависимости от цвета излучения находится в пределах 500—3500 кд/м^2, срок службы составляет 6—8 тыс ч. Зарубежные фирмы (Япония, США, Чехия, Словакия) выпускают газосветные лампы с десятками цветовых оттенков и более высокими характеристиками. Достоинством этого типа ламп является их нечувствительность к температуре окружающей среды и способность работать в динамическом режиме.

◀ Рис. 2.48. Разрядные источники света высокого и низкого давления и спектры их излучения (данные фирм *PHILIPS* и *BLV*): А — натриевые лампы (НЛВД): одноцокольные в прозрачной трубчатой, светорассеивающей каплевидной колбе и двухцокольные (софитные) трубчатые; Б — спектр излучения ламп улучшенной цветности — НЛВД «белого» света (R_a = 80); В — спектр излучения стандартной НЛВД общего назначения (R_a = 25); Г — металлогалогенные лампы (МГЛ): одноцокольные в прозрачной или светорассеивающей каплевидной или трубчатой колбе, одноцокольные миниатюрные и двухцокольные трубчатые; Д, Е — спектры излучения МГЛ с керамической горелкой тепло-белого (Д) и нейтрально-белого (Е) света; Ж, И — спектры излучения МГЛ дневного (Ж) и холодно-белого (И) света; К — ртутно-люминесцентные (ДРЛ) лампы — зеркальная и стандартная; Л — линейчатый спектр излучения стандартной лампы ДРЛ; М — спектр излучения лампы ДРЛ «комфорт»; Н — люминесцентные лампы ЛЛ (трубчатые стандартные, U-образные, кольцевые); О — спектр излучения ЛЛ дневного света (de Luxe) с $T_ц$ 6500 К и отличной цветопередачей (R_a = 98); П — спектр излучения стандартной ЛЛ тепло-белого света с $T_ц$ 3000 К и удовлетворительной цветопередачей (R_a = 51); Р — компактные люминесцентные лампы (КЛЛ) со встроенным или выносным ЭПРА, с рассеивателем и отражателем; С — индукционные (безэлектродные люминесцентные) лампы *QL* 55 W, *QL* 85 W; Т — натриевые лампы низкого давления (НЛНД); У — спектр излучения НЛНД (монохроматический желтый свет)

С момента создания первых люминесцентных ламп в 1930-х годах, при разработке которых ведущая роль в отечественной светотехнике принадлежала С.И. Вавилову, не прекращается их совершенствование. Основной тенденцией сегодня является производство энергоэкономичных ламп с электронными высокочастотными ПРА. Зарубежными фирмами достигнуты максимально высокое качество цветопередачи люминесцентных ламп (R_a = 99), а также значения световой отдачи (104 лм/Вт) и срока службы (до 60 тыс. ч). В перспективе ожидается создание люминесцентных ламп со световой отдачей до 130 лм/Вт.

Кроме указанных выше достоинств, присущих всему классу разрядных ламп, люминесцентные лампы обладают малой яркостью и низкой температурой поверхности колбы, что способствует широкому распространению светящих поверхностей (потолки, панели, полосы, искусственные окна) в интерьере, а также рождению новых стилистических приемов его светопространственной организации. Люминесцентные лампы имеют относительно низкую себестоимость, связанную с высокой степенью механизации их производства, простотой конструкции, доступностью сырья и материалов.

Вместе с тем у стандартных ЛЛ есть и существенные недостатки — малая единичная мощность при относительно больших габаритах, с чем связаны трудности перераспределения и концентрации их светового потока, что необходимо при освещении высоких помещений и, в особенности, открытых пространств; ненадежная работа при низких температурах окружающей среды, что делает их малопригодными для наружного освещения; существенное снижение светового потока при низких температурах и к концу срока службы; пульсация светового потока, приводящая в определенных случаях к появлению стробоскопического эффекта при наблюдении движущихся объектов (плавное движение объекта воспринимается как прерывистое и может быть причиной повышения травматизма).

Многие из этих недостатков преодолеваются современными технологическими средствами, в частности, применением ЭПРА или диммеров, позволяющих изменять их яркость и, соответственно, световой поток, выпуском безэлектродных ламп и т.п.

К перспективному типу ламп относятся **индукционные лампы**, производство которых в начале 1990-х годов начала фирма *PHILIPS*. Новая концепция рождения света с помощью лампы *QL* (мощность 55 и 85 Вт) основана на электрическом разряде в газовой среде и электромагнитной индукции. Система лампы *QL* состоит из разрядной ртутной лампы низкого давления с люминофором, а также генератора высокой частоты (вместо ПРА у обычных люминесцентных ламп) и силового разъема, которые преобразуют электроэнергию в разряд. Поскольку у лампы *QL* нет ни электродов, ни спирали (т.е. наиболее чувствительных элементов), срок ее службы, заявленный фирмой 60 тыс. ч, практически не ограничен. Устойчивость системы зависит от генератора и реле. Лампы *QL* обладают всеми известными достоинствами люминесцентных ламп и даже лучше их — мгновенное зажигание и перезажигание без мерцания, постоянный световой поток в широкой области температур воздуха, $T_ц$ 2700—4000 К, R_a = 80 и выше. Эти лампы целесообразно использовать там, где усложнена их замена. В 1993 году ими были снабжены, например, ретро-фонари в пешеходной зоне на Елисейских полях в Париже.

В стадии экспериментов находятся аналогичные по принципу действия индукционные серные лампы, спектр которых очень близок к солнечному.

Группа **ртутных ламп высокого и сверхвысокого давления** (*см. рис. 2.48*) является самой распространенной и многочисленной среди разрядных источников света. Наиболее широкое применение на первых порах (в 50—70-е годы XX века) получили **дуговые ртутно-люминесцентные лампы (ДРЛ) высокого давления с исправленной цветностью**.

Электрический разряд происходит в горелке, заполненной аргоном под давлением с каплей ртути (в трубке из кварцевого стекла, пропускающего УФ-лучи), помещенной во внешнюю колбу («рубашку») эллипсоидной формы из тугоплавкого стекла, покрытую изнутри люминофором. УФ-излучение ртутного разряда, составляющее до 40 % светового потока горелки, преобразуется люминофором в недостающее излучение в красной части спектра, в результате чего улучшаются спектральные характеристики лампы, и их цветопередача становится вполне удовлетворительной.

Лампы ДРЛ ($T_ц$ 4000—4500 К) применяют для наружного освещения и освещения производственных помещений с потолками выше 3—5 м, не требующих высокого качества цветопередачи.

При отсутствии люминофора ртутные лампы высокого давления излучают свет, сильно искажающий цвет предметов, особенно человеческой

кожи, что объясняется недостатком оранжево-красных лучей в спектре излучения ртути. Такие лампы применяются для декоративного освещения зелени. Существуют ртутные лампы высокого давления в простейшем исполнении — в виде трубки из кварцевого стекла без внешней колбы марки ДРТ (дуговая ртутная трубчатая). Их применяют в физиотерапии в качестве мощного источника ультрафиолета, а также в декоративном освещении садов и парков, для облучения светящихся красок (в театре, цирке, живописи).

Цветопередача ламп ДРЛ по мере их совершенствования улучшается. Выпускаются лампы ДРЛ «комфорт», «делюкс» и «суперделюкс», имеющие тепло-белый свет ($T_ц$ 3350 К и R_a = 52—55), которые пригодны для освещения интерьеров общественных зданий и пешеходных зон в городе.

Наружная колба защищает горелку от воздействия внешней среды, поэтому лампы ДРЛ могут работать в широком диапазоне температур окружающего воздуха. Процесс разгорания лампы занимает несколько минут, а повторное ее включение возможно только после остывания кварцевой горелки, что требует 10—15 мин.

Относительно большие размеры светящей колбы лампы ДРЛ затрудняют концентрацию светового потока при применении ее в прожекторах. Эта задача решается путем использования зеркальных (рефлекторных) ламп ДРЛ, применяемых для внутреннего и уличного освещения без специальной оптической арматуры.

Ряд зарубежных фирм (*PHILIPS* и др.) выпускают лампы смешанного света, представляющие собой комбинацию ртутной лампы высокого давления и лампы накаливания. Ртутно-кварцевая горелка и вольфрамовая спираль заключены, как и в лампе ДРЛ, в общую колбу. Спираль служит балластным сопротивлением для ртутной лампы и дополнительным источником излучения в красной части спектра, что вместе с люминофором улучшает цветопередачу. Световая отдача **ртутно-вольфрамовых ламп** до 26—28 лм/Вт, срок службы 3—5 тыс. ч, $T_ц$ 3500 К, R_a = 40—79. Лампа (диапазон мощностей 100—500 Вт) включается непосредственно в сеть и зажигается сразу, поэтому она с успехом может заменить лампы накаливания в жилых и общественных зданиях, а также в городских пространствах. Если внешняя колба выполняется из увиолевого стекла, то лампа служит одновременно источником света и эритемного УФ-излучения, т.е. ее свет по своему действию близок к солнечному.

Заслуживают упоминания и ртутные лампы сверхвысокого давления в виде шарообразной или трубчатой колбы из кварцевого стекла. Небольшие размеры и высокая яркость ламп ДРШ (дуговые ртутные шаровые) делают их удобными для использования в прожекторах и проекционных приборах концентрированного света. Лампы излучают голубоватый свет, спектр излучения — линейчатый с непрерывным фоном. При их эксплуатации требуется соблюдать меры предосторожности для защиты людей от интенсивного УФ-излучения (с длиной волны более 280 нм) и от возможного разрыва колбы при перегреве.

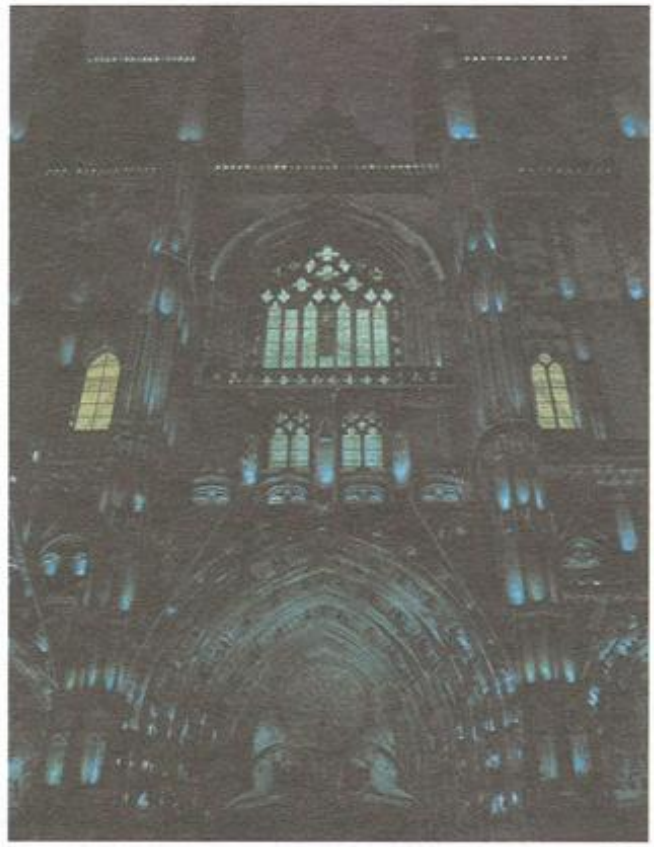
Поиск более совершенных способов преобразования электрической энергии в световую привел в начале 1960-х годов к созданию **металлогалогенных ламп (МГЛ)**, которые открыли новую страницу в развитии разрядных источников света. По своему устройству эти лампы аналогичны лампам ДРЛ, но имеют перед ними ряд преимуществ. У нас они выпускаются под маркой ДРИ (дуговые ртутные с излучающими добавками). Перспективы их использования определяются исключительно широкими возможностями варьирования спектрального распределения излучения от практически однородного до непрерывного при высоком КПД и высокой удельной мощности.

В разрядную горелку МГЛ (в современных лампах — керамическую) кроме ртути и аргона, как в ртутных лампах высокого давления, вводятся в строго дозированных количествах смеси галогенидов (йодидов) галлия, натрия, индия, олова, лития, цезия, редкоземельных (диспрозий, гольмий, тулий) и других элементов в виде легко испаряющихся солей. После получения электрического разряда, когда в горелке достигается рабочая температура, галогениды металлов частично переходят в парообразное состояние, и атомы металлов начинают излучать характерные для них спектры. Подобрав определенную комбинацию наполнителей, можно получить практически любой спектр излучения и цветность света от белого до хроматического, удовлетворяющую самым высоким требованиям к цветовосприятию.

Внешняя колба стандартных одноцокольных МГЛ имеет эллипсоидную или цилиндрическую форму и изготавливается из прозрачного или покрытого светорассеивающим слоем (люминофором) стекла. Существуют компактные лампы в одноцокольном и двухцокольном (софитном) исполнении разной мощности и цветности излучения.

А

В



Б

Рис. 2.49. Фонтаны в саду Сент-Джеймского парка в Лондоне (А) и собор Святого Петра в Нанте (Б, В), освещенные стекловолоконными световодами в начале 1990-х годов. «Мазки» слабого света на темном камне фасадов собора создают призрачный мираж, коррелирующий с духом готики, но, к сожалению, плохо воспринимаемый с освещенных улиц города из-за малой яркости и площади каждого светового пятна

Металлогалогенные лампы белого света признаны сегодня наилучшими для случаев, когда необходимо обеспечить хорошую цветопередачу при высокой освещенности (1000—2000 лк), например, для цветных кино- и телесъемок на стадионах и в спортивных залах (при переходе от естественного к искусственному освещению не изменяются цветовые оттенки изображения), в местах скопления народа (площади, выставочные и торговые залы) или по требованиям технологии (красильные и ткацкие цеха, типографии).

Цветные МГЛ выпускаются сегодня рядом фирм в четырех исполнениях: фиолетово-синего (λ = 465 нм), зеленого (λ = 535 нм), оранжевого (λ = 595 нм) и сиреневого (*magenta*, λ= –500 нм) света. В ближайшем будущим эта палитра может расшириться. Благодаря миниатюрным размерам компактных МГЛ белого и цветного света, небольшой (20, 35, 70 Вт) и средней (150, 250 Вт) мощности снабженные ими светильники и приборы прожекторного типа имеют небольшие размеры, современный дизайн и совершенное техническое исполнение. Они находят все более широкое применение в городской среде: бóльшая часть установок архитектурного освещения зданий и сооружений, декоративного освещения ландшафта оборудована приборами с МГЛ.

Освещение общественно-пешеходных зон также переводится во многих зарубежных городах на светильники отраженного света с МГЛ, обеспечивающие более комфортные и эстетически полноценные зрительные условия.

Пока еще МГЛ имеют относительно более высокую стоимость, чем ртутные и натриевые лам-

пы, но они считаются одними из самых перспективных источников света, призванных заменить лампы ДРЛ и другие, поэтому активно ведутся работы по их совершенствованию.

В нашей стране массовый выпуск ламп ДРИ (МГЛ) был освоен перед Олимпийскими играми 1980 года для освещения крупных спортсооружений — Большой спортивной арены в Лужниках и стадиона «Динамо», крытого стадиона спорткомплекса «Олимпийский» в Москве и др.

В городской среде с МГЛ успешно конкурируют **натриевые лампы**, которые в настоящее время более предпочтительны по технико-экономическим и эксплуатационным характеристикам, но имеют более низкое качество цветопередачи.

Натриевые лампы — одна из наиболее эффективных групп источников видимого излучения. Они обладают самой высокой световой отдачей среди известных разрядных ламп и незначительным снижением светового потока при длительном сроке службы.

По своему устройству и принципу действия натриевые лампы во многом близки ртутным лампам — электрический разряд в парах натрия вызывает излучение характерного желтого цвета. Лампы малочувствительны к температуре окружающего воздуха, имеют значительные пульсации светового потока и 5—15-минутный период разгорания. Повторное зажигание возможно лишь после остывания горелки. Существуют натриевые лампы низкого и высокого давления.

Натриевые лампы низкого давления (НЛНД), созданные фирмой *PHILIPS* в 1932 году, имеют линейную или U-образную разрядную трубку из специального, устойчивого к воздействию агрессивных паров натрия стекла, помещенную во внешнюю вакуумную теплоизолирующую колбу-рубашку цилиндрической формы. Для облегчения получения электрического разряда в горелку вместе с парами натрия вводят смесь неона и аргона.

Натриевые лампы низкого давления имеют неудовлетворительную цветопередачу, так как излучают монохроматический желто-оранжевый свет с длиной волны 589 нм. Если учесть, что глаз наиболее чувствителен к излучениям в этой области, то понятно, что световая отдача ламп очень высока — около 200 лм/Вт, а в экспериментальных образцах — до 300—400 лм/Вт, т.е. КПД лампы достигает 50—60 %. Свет этих ламп повышает видимость и различимость объектов при низких уровнях освещенности, а также в тумане, поэтому они применяются в случаях, где цветопередача не имеет значения: в установках освещения загородных магистралей, транспортных перекрестков и туннелей, складов, товарных станций, промышленных сооружений, а также для декоративного освещения объектов, позолоченных или окрашенных в желто-оранжевые цвета (в Ленинграде в 1960—70-е годы прошлого века использовались в установках архитектурного освещения решеток Летнего сада с позолоченными элементами, фасадов Адмиралтейства, в «мемориальных» фонарях на Марсовом поле).

Натриевые лампы высокого давления (НЛВД), созданные в 1960-е годы, содержат смесь паров натрия и ртути с ксеноном, заключенную в колбе-горелке из химически и термически стойкого светопрозрачного керамического материала.

Наружная колба лампы имеет цилиндрическую или эллиптическую форму (реже — линейную) из прозрачного или светорассеивающего стекла. Спектр излучения ламп — сплошной, с максимумом в желто-оранжевой области (560—610 нм). Свет стандартных НЛВД имеет золотистый оттенок, цветопередача удовлетворительная ($T_ц$ 1900—2100 К, R_a = 21—23). Цветность излучения улучшается при повышении давления паров натрия, при этом снижается световая отдача ламп сверхвысокого давления. Ряд фирм выпускают такие натриевые лампы «белого» света с $T_ц$ 2500—3000 К и R_a = 80, которые зрительно неотличимы от света ламп накаливания и производят благоприятное впечатление. По своему колориту их свет очень подходит для пешеходных зон, особенно в среде исторической застройки. Эти лампы эффективно использованы, например, в уличном освещении старого центра Лиона.

Стандартные НЛВД в наружном освещении дают заметную экономию капитальных и эксплуатационных затрат, поэтому уже с первых лет выпуска они активно вытесняют другие типы источников света с городских улиц. Например, в Нью-Йорке уже в 1983 году 90 % светильников в установках наружного освещения были оборудованы НЛВД. В архитектурном освещении Москвы НЛВД применяются, в большинстве случаев, для акцентирующего освещения деталей при преимущественном освещении фасадов металлогалогенными лампами. Если фасад здания целиком «вызолочен» светом этих ламп, он становится характерным ориентиром в ночной панораме (гостиница «Украина» в Москве, Эйфелева башня и Дом инвалидов в Париже и др.).

В группу газоразрядных источников света сверхвысокого давления входят ксеноновые лампы. Они представляют собой разрядную колбу в виде трубки или шара из кварцевого стекла, заполненную ксеноном. Электрический разряд в этом газе характеризуется высокой яркостью и непрерывным спектром излучения, близким к солнечному ($T_ц$ 6100—6300 К) и обеспечивающим высококачественную цветопередачу (R_a = 95—98). Поэтому шаровые ксеноновые лампы небольших размеров и мощности (75—2000 Вт) применяются, в основном, в проекционных приборах с цветным изображением и в современных прожекторах для создания световых эффектов в различных шоу и представлениях.

Мощные лампы (от 5 до 100 кВт), способные работать при низких температурах, используются в тех случаях, когда на обширной территории нужно создать небольшую освещенность (открытые карьеры, строительные площадки, сортировочные станции) или обеспечить хорошее цветовоспроизведение (полихромные архитектурные ансамбли, выставки). Их устанавливают обычно на большой высоте, чтобы избежать ослепления. В темноте свет ксеноновых ламп кажется холодно-белым, даже голубоватым, зрительно «разбеливающим» цвет предметов.

Ксеноновые лампы имеют относительно невысокие световые характеристики, требуют сложной системы зажигания, а для некоторых типов и охлаждения, поэтому на практике они почти вытеснены более эффективными МГЛ или НЛВД.

Принципиально иные способы преобразования электрической энергии в световую используются в **светоизлучающих диодах** и **электролюминесцентных панелях**.

Светодиод — ***LED*** (*Light Emiting Diode*) — это миниатюрный полупроводниковый прибор, преобразующий электрический ток непосредственно в световое излучение. Он состоит из полупроводникового кристалла на подложке, корпуса с контактными выводами и оптической системы.

Принцип работы светодиодов открыт в 1920-х (О.В. Лосев, Нижегородская радиотехническая лаборатория) и опубликован в 1930-х годах (Г.С. Жданов, МГУ). Долгое время из-за технологических сложностей изготовления, низких светотехнических показателей и высокой стоимости светодиоды не находили использования в осветительных приборах. В 60—70-х годах XX века были созданы желто-зеленые, желтые и красные светодиоды, которые по долговечности, светоотдаче, надежности, безопасности уже превосходили миниатюрные лампы накаливания, поэтому их применяли в световых индикаторах, табло, приборных панелях автомобилей и самолетов, рекламных экранах, системах визуальной информации. В 1990-х годах японские ученые создали и предложили рынку сверхяркие светодиоды всех основных цветов, в том числе ранее отсутствовавшие и более дорогие голубые, зеленые и белые. Световая отдача их увеличилась до 15—40 лм/Вт, что сопоставимо с показателями галогенных ламп при значительно большем (до 100 тысяч часов) сроке службы. В ближайшие годы ожидается повышение этого базового показателя до 50 лм/Вт.

У светодиодов масса достоинств, что выгодно отличает их от всех существующих источников света и делает наиболее перспективными в ближайшем будущем источниками света нового поколения: малое энергопотребление, миниатюрные размеры, экологичность и длительный срок службы, механическая прочность, электробезопасность и надежность при эксплуатации практически в любой среде, неограниченный диапазон цветовых оттенков, получаемых, в частности, смешением *RGB* (*red, green, blue*) цветов, излучаемых в статическом иди динамическом режимах, чистота и стабильность цвета, а вместе с ними простота диммирования, возможность компьютерного управления и безынерционного включения—выключения. Единственное, что тормозит массовое распространение светодиодов — их цена: сегодня стоимость одного люмена, излученного светодиодом, в 100 раз выше, чем галогенной лампой. Но специалисты утверждают, что в ближайшие 2—3 года этот показатель снизится в 10 раз. Есть и другие технические сложности, на преодоление которых могут уйти десятки лет, прежде чем светодиоды станут полноценными осветительными приборами на все случаи жизни.

В последние годы на основе светодиодов выпускаются *LED* модули в двух основных формах — линейки и панели. **Светодиодные линейки** при соответствующем исполнении и классе защиты, а также по ценовым показателям, успешно заменяют газовые лампы, стекловолоконные светодиоды или световой шнур типа «дюралайт» на миниатюрных лампах накаливания в «световой графике» рекламно-информационных и иллюминационно-праздничных систем, а также линейные осветительные приборы на люминесцентных

лампах или лампах накаливания в ксеноне (например, светильники фирмы *«Agabekov»* и др.) для архитектурного освещения фасадов и интерьеров. **Светодиодные панели** предназначены для создания приборов прожекторного типа, для освещения больших по площади поверхностей. Высокотехнологичные изделия, входящие в комплекс осветительных установок на основе светодиодов с возможностью компьютерного регулирования интенсивности и цветности света получили название **интеллектуальных систем освещения**, о которых более правильно было бы говорить в *п. 2.3*.

Еще один способ преобразования электрической энергии в световую используется в **электролюминесцентных панелях (ЭЛП)**, представляющих собой плоский конденсатор с прозрачными токопроводящими обкладками и слоем люминофора между ними, который включается в сеть без дополнительного балласта. Панели могут иметь различную форму и размеры и выполняться на твердой (стекло, керамика) или гибкой (пленка, фольга) основе. В последнем случае они могут наклеиваться на криволинейные поверхности, что дает необычный декоративный эффект. Под воздействием электрического поля люминесцирующий слой светится. Цветность и яркость свечения зависят от состава люминофора, напряжения и частоты колебаний тока.

Отечественная промышленность выпускала ЭЛП зеленого, голубого, желтого и красного цветов. Их световая отдача достигала 12 лм/Вт (теоретически — 100 лм/Вт), срок службы — 15 тыс. ч, яркость свечения при стандартном напряжении 220 В и частоте 50 Гц составляла 1—15 кд/м^2, при частоте 1000 Гц — 17—250 кд/м^2. Максимальной яркостью обладали зеленые панели, минимальной — красные. Стоимость была достаточно высока, поэтому они применялись лишь в некоторых установках световой сигнализации, информации и рекламы. В экспериментальном порядке в США еще в 1950-е годы была создана жилая «комната будущего», в которой потолок и верхняя часть стен были облицованы ЭЛП. Образовалась большая светящая поверхность невысокой яркости, создающая равномерное, мягкое освещение и обеспечивающая высокий световой комфорт как в пасмурный день под открытым небом.

Сегодня ряд зарубежных фирм представляет на рынках ЭЛП в виде гибких шнуров разного диаметра и лент различной ширины и цветности излучения, которые находят применение главным образом в световом дизайне информационных, рекламных и декоративно-оформительских установок.

Нетрадиционным и пока дорогим, но уже получившим многократное экспериментальное применение во временных установках архитектурного освещения городов, источником света является **лазер**, который в будущем может играть более активную роль в формировании световой среды и создании иллюзорных, виртуальных эффектов в связи с развитием лазерной голографии и передачей информации с помощью лазерного луча. Этот узкий и практически параллельный световой луч обычно характеризуется определенным цветом и мощностью видимого излучения в ваттах. Эта мощность — лишь маленькая часть общей электрической мощности, потребляемой лазером. Мощным лазерам необходимо активное водяное охлаждение, поскольку электроэнергия концентрируется в небольшом объеме.

Тип лазера, известный как ионный, наиболее подходит для различных шоу. Неон-гелиевые лазеры красного цвета при мощности менее 50 мВт слишком слабы; кристаллические лазеры имеют пульсирующее излучение.

Ионный аргоновый лазер может иметь мощность от 1000 мВт до 20 Вт. Главная спектральная линия находится в зеленой области, но можно получить фиолетовые и синие линии с помощью призменного разложения или дифракции.

Ионно-криптоновый лазер (мощность от 1,2 до 6 Вт) имеет красное излучение, но его номинальный световой поток в 4 раза меньше, чем у аргонового лазера. Пучок может быть разложен призмой на более слабое синее, зеленое и желтое излучения.

Существует также белый лазер.

Лазерный пучок хорошо виден, если в атмосфере имеются примеси — пыль, дым, туман, облака. Мутный воздух характерен для большинства современных больших городов. Перемещая луч на достаточно высокой скорости, можно создать плоские или конические световые поверхности в пространстве и, проектируя их на экран, стену, облако, можно писать ими или рисовать. Движение луча может быть осуществлено с помощью зеркал, управляемых двигателями по компьютерной программе, что позволяет получить любое необходимое движение. Сканирующий луч лазера эффектно применяется, например, в спектаклях «Звук и Свет» на пирамидах в Гизе близ Каира.

2.3. Осветительные приборы и устройства

Источники света в осветительных и светосигнальных установках применяются, как правило, в комплекте со светотехнической арматурой, предназначенной для концентрации и перераспределения светового потока, изменения спектрального состава света, защиты глаз от чрезмерной яркости лампы, предохранения ее от воздействия среды и механических повреждений, крепления и подключения к сети. Этот комплект называют **световым прибором (СП)**.

Световые приборы — основное техническое средство, обеспечивающее создание требуемых условий искусственного освещения и световой сигнализации во всех сферах народного хозяйства и быта людей. Эффективность использования электроэнергии для освещения в значительной степени определяется номенклатурой и параметрами световых приборов, которые являются не только необходимыми функциональными, но и важными архитектурными и декоративными элементами интерьера и города.

Классификация световых приборов осуществляется по многим признакам. К главным из них относятся основная светотехническая функция, характер светораспределения, условия эксплуатации и основное назначение [39].

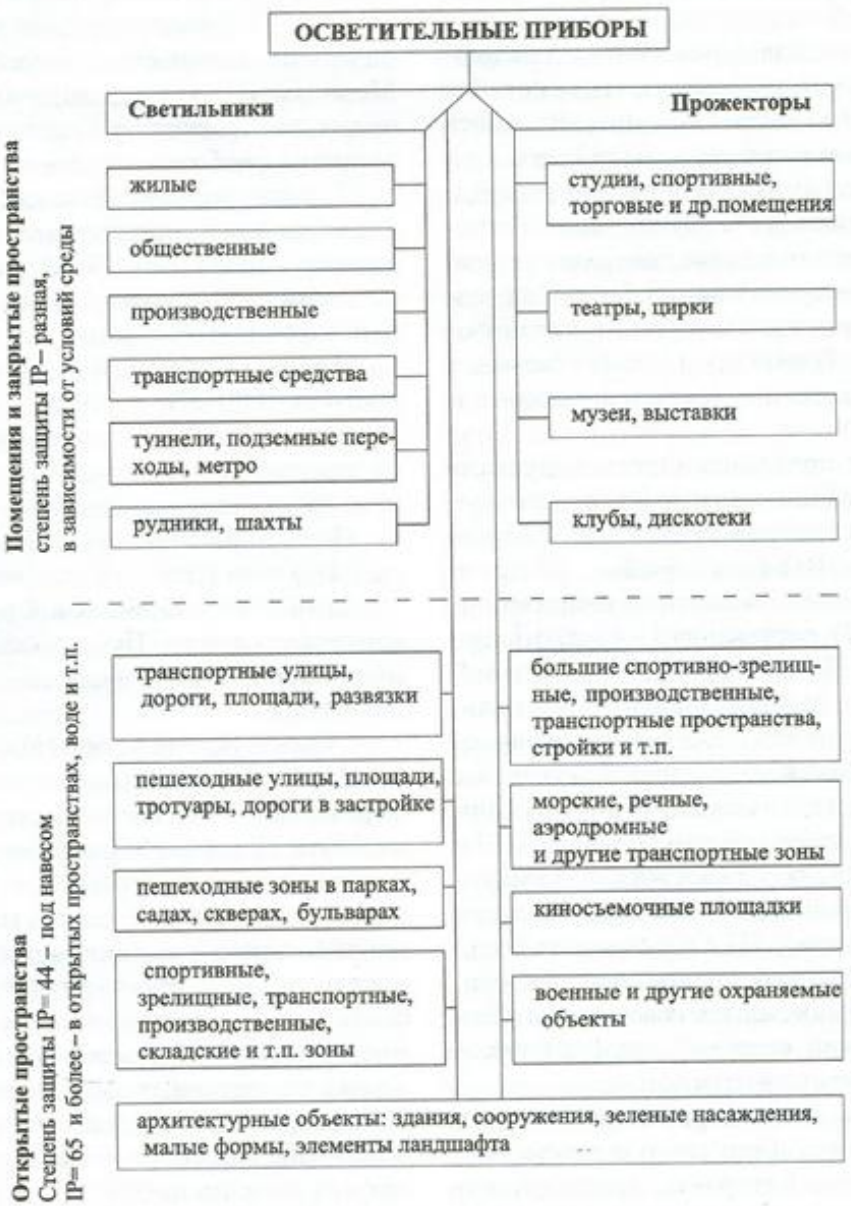


Рис. 30. Классификация осветительных приборов по основному назначению

По **основной функции** световые приборы разделены на **осветительные** и **светосигнальные**. Для архитектора и светодизайнера больший интерес представляют **осветительные приборы (ОП)**, которые по характеру светораспределения подразделяются на светильники (приборы ближнего действия — до 15—30 м) и прожекторы (приборы дальнего действия), по условиям эксплуатации — на приборы для помещений, открытых пространств и экстремальных сред (под водой, в космосе), а по **основному назначению** — на группы, отличающиеся своим дизайном, конструктивным исполнением, мощностью, светораспределением и т.д. (*рис. 30*).

Светораспределение для прожекторов и светильников общего освещения описывается кривыми силы света и может быть симметричным и несимметричным, ограниченным и неограниченным, узким и широким. Для того, чтобы сравнить разные по мощности, количеству и типу ламп осветительные приборы, кривые силы света для них строят, обычно, для условной лампы со световым потоком, равным 1000 лм. Значение силы света приборов с конкретными лампами получают умножением найденных по кривой силы света значений на световой поток установленных в осветительном приборе ламп.

Кроме того, светильники по характеру светораспределения разделяются на 5 классов в зависимости от соотношения светового потока, направляемого в нижнюю полусферу, к полному световому потоку (*рис. 31*).

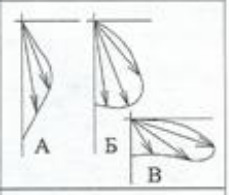
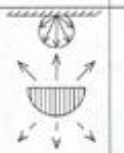
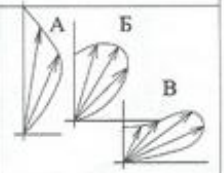
Класс светильника	Доля светового потока, направленного в нижнюю полусферу, %	Схема распределения света светильником	Характерные кривые светораспределения: А — узкого Б — среднего В — широкого
прямого света	свыше 80		
преимущественно прямого света	60—80		
рассеянного света	40—60		
преимущественно отраженного света	20—40		
отраженного света	менее 20		

Рис. 31. Классификация светильников по светораспределению

Светильники и прожекторы различаются и своим конструктивным исполнением, рассчитанным на определенные **условия эксплуатации и окружающей среды**, например, степенью защиты от пыли и влаги, обозначаемой показателем *Ingress Protection IP* (код защиты от проникновения). Если код не обозначен, считают что светильник имеет степень защиты *IP*20, т.е. может применяться только в интерьерах с обычной средой.

Коды (степень) защиты от проникновения (*IP*):

1) *первая цифра кода обозначает защиту против пыли и твердых объектов*:

*IP*2X — защита от возможности прикосновения пальцами к токоведущим частям;

*IP*3X — защита от возможности прикосновения стержнем ∅ 2,5 мм к токоведущим частям;

*IP*4X — защита от возможности прикосновения стержнем ∅ 1 мм к токоведущим частям;

*IP*5X — пылезащищенность (допускается отложение пыли в количествах, не оказывающих влияние на работоспособность светильника);

*IP*6X — пыленепроницаемость (полная защита от проникновения пыли);

2) *вторая цифра кода обозначает защиту против влаги*:

*IP*XO — защиты от попадания воды нет;

*IP*X1 — защита от вертикально падающих капель;

*IP*X3 — защита от дождя до угла 60° к вертикали;

*IP*X4 — защита от брызг под любым углом;

*IP*X5 — защита от струй под любым углом;

*IP*X6 — защита от воды при динамическом воздействии ее большой массы (тяжелые ливни, морская волна);

А

Б В

Г

*IP*X7 — защита от воды при временном погружении;

*IP*X8 — защита от воды при погружении на заданную глубину на долгое время.

Для эксплуатации в нормальной среде интерьеров светильники изготавливаются открытыми или закрытыми без специального уплотнения, когда окружающий воздух имеет свободный доступ к лампе. Для влажных и пыльных помещений, а также для открытых пространств изготавливают влагозащищенные и пылезащищенные светильники или прожекторы с кодом *IP*65, под навесами не менее *IP*44. Во взрывоопасной среде применяются осветительные приборы и устройства в соответствующем конструктивном исполнении, в частности, световоды.

Светильники классифицируют также по способу их крепления, хотя часто их можно устанавливать по-разному, и они могут быть стационарными или переносными. В интерьере различают светильники потолочные, подвесные, настенные, напольные, настольные, встроенные, на открытых пространствах — подвесные, на опорах (консольные или венчающие), настенные (бра), переносные (сезонные — садовые, иллюминационные).

Нередко светильники объединяются в различные группы, подчиненные архитектурному решению или в значительной мере его определяющие. Например, в интерьерах общественных и производственных зданий широкое распространение получили встроенные осветительные установки (устройства) в виде светящих карнизов, потолков, панелей, полос, точек, а также световых шахт, искусственных окон и ниш, в которых применяются типовые светильники. Эти устройства в различных вариациях и в соответствующем исполнении по *IP* используются и в светодизайне фасадов зданий, сооружений, малых архитектурных форм. Композиционно-художественная роль светильников возрастает в случае изготовления их по индивидуальному заказу для конкретного архитектурного объекта. В интерьерах общественных и жилых зданий, на улицах и площадях городов и сел форма современных осветительных приборов не-

Рис. 32. Дизайн уличных светильников: А — фонари на площади Реаль в Барселоне (архитектор А. Гауди); Б — проект фонарей для улицы *Muralla del Mar* в Барселоне (А. Гауди), конец XIX века; В — фонари для улиц Москвы (архитекторы А. Буров, В. Турчанинов), 1937 год; Г — фонари на объеме входного крыльца особняка З.Г. Морозовой на Спиридоновке в Москве (архитектор Ф.О. Шехтель), 1893 год

редко имитирует форму светильников доэлектрической эры (люстры, бра, фонари).

Существуют и авторские, отражающие вкус и стиль эпохи приборы, спроектированные видными архитекторами и дизайнерами (*рис. 32*). В частности, прекрасные образцы таких светильников создали для своих сооружений, а также для города Ф.О. Шехтель, А. Аалто, И.А. Фомин, А.К. Буров, А. Гауди, Д. Понти, Ф.Л. Райт.

На примере освещения станций московского метро можно проследить семидесятилетнюю эволюцию формы и стиля светильников с лампами накаливания, люминесцентными, ДРЛ, НЛВД и МГЛ с не всегда удачными попытками замены одних типов ламп другими.

Сложились целые школы, определившие стиль светильников и освещения на десятилетия, например Баухауз (20—30-е годы XX века) или современная скандинавская школа, развивающая эстетику функционализма. В наши дни на мировом рынке светильников, особенно бытовых, лидируют итальянские дизайнеры.

В дизайне комплектной арматуры (световой прибор, кронштейн, опора и др.) для условий городской среды в Европе наиболее преуспели французы (*см. п. 6.5*). Впрочем, каждая крупная фирма-производитель, ориентирующаяся на мировой рынок, вопросам дизайна своих изделий придает первостепенное значение.

При конструировании светильника или осветительного устройства стремятся к получению наивысшего значения его коэффициента полезного действия. Это достигается применением отражателей соответствующей, математически рассчитанной формы с высоким коэффициентом отражения, рассеивателей или преломлятелей с высоким коэффициентом пропускания, а также максимально возможным увеличением отношения площади выходного отверстия $S_в$ к площади отражающей поверхности $S_о$ осветительного устройства. При этом принимаются меры к ограничению слепящего воздействия ламп и дискомфортного действия чрезмерно ярких поверхностей (отражателей, рассеивателей) путем создания необходимого защитного угла, а также с помощью применения соответствующих материалов и экранирующих устройств.

Многие светильники и приборы прожекторного типа выпускаются с комплектом экранирующих решеток и козырьков с разными защитными углами. При устройстве световых карнизов прямого (сверху вниз) и обратного (снизу вверх) света, как правило, из люминесцентных и линейных светильников с зеркальными отражателями на фасадах зданий и инженерных сооружений защитные экраны конструируются обычно по месту.

Для целей светоцветового зонирования или получения декоративных эффектов выпускаются приборы цветного света, в том числе с переменной цветностью излучения. Стационарный цветной свет излучают стандартные приборы с цветными лампами или, реже, с помощью светофильтров. Динамический свет всех цветов радуги получают, используя более дорогие приборы, как правило, с разрядными лампами белого света и встроенными светофильтрами, обеспечивающими смешение и смену цветов.

Для обозначения устройств, состоящих из набора световых приборов, отдельных оптических элементов, конструктивных, электротехнических и других деталей, сборных единиц и блоков, собираемых у потребителя и выполняющих свои функции освещения или сигнализации только в собранном виде, применяют термины «световой комплекс» и «комплектное осветительное устройство».

К последним относятся световоды — полые, клиновидные или стекловолоконные, все чаще находящие применение в системах функционального, архитектурного и светоинформационного освещения. На основе полых или клиновидных световодов с МГЛ созданы «световые колонны» и светильники для освещения пешеходных зон, удобные для обслуживания доступностью скрытого источника света (*рис. 33*). Стекловолоконные световоды бокового и торцевого свечения (иначе — устройство *«Fiber Optic»*, т.е. фиброоптика, оптоволоконная система, «гибкий свет») используются для подсветки водоемов, фонтанов, мостовых, архитектурных деталей, особенно в труднодоступных местах, для создания светоцветодинамических панно на фасадах и т.п. Они имеют определенные преимущества, отсутствующие у других систем: абсолютная электрическая безопасность в любой, в том числе водной, среде, поскольку стекловолоконный кабель транслирует лишь свет без тока, долговечность светопроводящего материала, отсутствие теплового воздействия на освещаемый объект, возможность обслуживания светоизлучающего устройства, располагаемого в удобном месте, относительная простота получения светоцветодинамических эффектов и т.п. В качестве источников света могут использоваться любые эффективные лампы, а также светодиоды.

Известны впечатляющие образцы архитектурного и ландшафтного освещения с помощью систе-

мы *Fiber Optic*, реализованные еще в 1990-х годах, например, готический собор Святого Петра в Нанте (светодизайнер Я. Керсале) или большие фонтаны в Сент-Джеймском парке в Лондоне (Р. Вильсон и М. Райт) (*см. рис. 2.49*).

К световым комплексам в городской среде относятся рекламно-информационные, иллюминационные (гирлянды, световые шнуры и сетки типа «дюралайт», «клиплайт», «белтлайт», строб-лампы и др.), для транспортных средств и т.п. Иллюминационные световые комплексы широко применяются в системах временного праздничного освещения городов и стационарного светового оформления объектов игрового, торгового и шоубизнеса.

Любопытные образно-световые эффекты можно получить с помощью голограмм. Разработанный в 1962 году голографический процесс позволя-

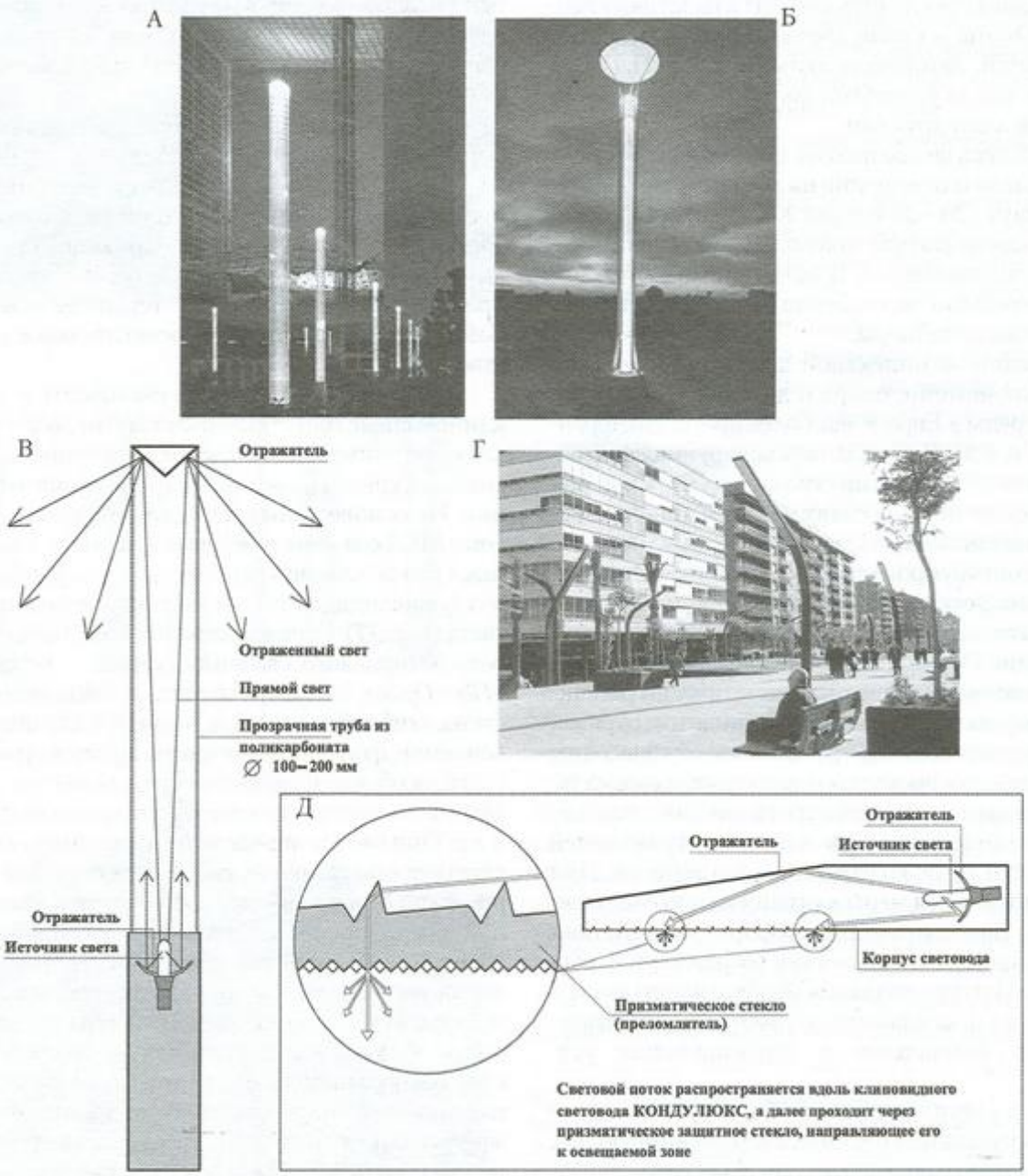


Рис. 33. Полые (А–В) и клиновидные (Г, Д) световоды в качестве уличных светильников в пешеходных зонах: «световые колонны» фирмы *Thorn* (А) и *Philips* (Б), светильники «Кондулюкс» фирмы ВНИСИ–ШРЕДЕР на улицах Барселоны (Г). Схемы устройства полых (В) и клиновидных (Д) световодов

ет создавать превосходные трехмерные изображения на пластинах со светочувствительным материалом, обработанных лазерным лучом, — голограммах, освещаемых специально подобранным световым прибором. Голограммы, в соответствии со средствами, используемыми для записи и репродуцирования изображений, делятся на отраженные и переданные. Чаще используются отраженные голограммы, для изготовления которых необходимо расположение источника света со стороны наблюдателя. Изображение сфотографированного объекта кажется находящимся вне пластины и известно как «виртуальное». Более захватывающий эффект дает «реальное» изображение, сформированное переданной голограммой. Это изображение формируется перед пластиной и кажется плавающим в пространстве. Делая запись двух голограмм на одной пластине, можно получить изображение, которое кажется проникающим сквозь нее. К сожалению, размеры голограмм пока ограничены технологическими возможностями, однако можно создавать мозаичные композиции из небольших пластин, которые могли бы украсить ночные пейзажи в городских скверах, садах и парках.

2.4. Нормирование наружного освещения

Нормирование искусственного освещения в городской, как и в любой другой среде, где человек бывает и выполняет определенные функции, — это установление правил выполнения осветительных установок, обеспечивающих требуемые уровни количественных и качественных параметров освещения. В разных странах и разных ситуациях они имеют статус обязательный или рекомендательный и действуют в виде норм, правил, стандартов, рекомендаций, методических указаний. В нашей стране это один из разделов весьма разветвленных строительных норм и правил в виде ныне действующих СНиП 23-05-95 «Естественное и искусственное освещение» [38].

Нормативные документы отражают уровень развития светотехнической науки и производства, материально-финансовые возможности и энергетические ресурсы страны. Целью нормирования наружного освещения является создание световой среды в городе, обеспечивающей необходимую светотехническую эффективность осветительных установок с учетом их функционального назначения и физиологии зрения. Эффективность установок наружного освещения городов оценивается, главным образом, по уровню видимости водителями транспорта и безаварийности их работы при минимальных затратах электроэнергии, материалов и оборудования на улицах и площадях, а также трудовых затрат на монтаж и эксплуатацию уличных осветительных установок. Другие задачи, связанные с условиями зрительной работы пешеходов и эстетики освещения, отражаются в нормах в какой-то степени лишь косвенно, опосредованно в некоторых нормируемых параметрах количества и качества света.

Таблица 2.2. **Нормы освещения дорожного полотна транспортных улиц**

Категория объекта по освещению	Улицы, дороги и площади*	Наибольшая интенсивность движения транспорта в обоих направлениях, ед/ч	Средняя яркость покрытия, кд/м^2	Средняя горизонтальная освещенность покрытия, лк
А	Магистральные дороги, магистральные улицы общегородского значения	св. 3000	1,6	20
		св. 1000 до 3000	1,2	20
		от 500 до 1000	0,8	15
Б	Магистральные улицы районного значения	св. 2000	1,0	15
		св. 1000 до 2000	0,8	15
		св. 500 до 1000	0,6	10
		менее 500	0,4	10
В	Улицы и дороги местного значения	500 и более	0,4	6
		менее 500	0,3	4
		одиночные автомобили	0,2	4

* Категория площадей принимается по *табл. 2.5.*

Примечания: 1) средняя яркость покрытия скоростных дорог независимо от интенсивности движения транспорта принимается 1,6 кд/м^2 в черте города и 0,8 кд/м^2 вне города на подъездах к аэропортам, речным и морским портам крупнейших городов; 2) средняя яркость или освещенность покрытия проезжей части в границах транспортного пересечения в двух и более уровнях на всех пересекающихся магистралях должна быть как на основной из них, так и на съездах и ответвлениях в черте города — не менее 0,8 кд/м^2, или 10 лк.

Таблица 2.3. **Нормы освещения дорожных покрытий в пешеходных зонах и местных проездах**

Освещаемые объекты	Средняя горизонтальная освещенность, лк
Главные пешеходные улицы, непроезжие части площадей категории А и Б и предзаводские площади	10
Пешеходные улицы: в пределах общественных центров; на других территориях	6; 4
Тротуары, отделенные от проезжей части на улицах категорий: А и Б, В	4; 2*
Посадочные площадки общественного транспорта на улицах всех категорий	10
Пешеходные мостики	10
Пешеходные тоннели: днем; вечером и ночью	100; 50
Лестницы пешеходных тоннелей вечером и ночью	20
Пешеходные дорожки бульваров и скверов, примыкающих к улицам категорий (*табл. 2.1*) А; Б; В	6; 4; 2
Территории микрорайонов	
Проезды: основные; второстепенные, в том числе тротуары-подъезды	4; 2
Хозяйственные площадки и площадки при мусоросборниках	2
Детские площадки в местах расположения оборудования для подвижных игр	10
Детские ясли-сады, общеобразовательные школы и школы-интернаты, учебные заведения	
Групповые и физкультурные площадки	10
Площадки для подвижных игр зоны отдыха	10
Проезды и подходы к корпусам и площадкам	4
Санатории, дома отдыха	
Въезд на территорию	6
Проезды и проходы к спальным корпусам, столовым, кинотеатрам и подобным зданиям	4
Центральные аллеи парковой зоны	4
Боковые аллеи парковой зоны	2
Площадки зоны тихого отдыха и культурно-массового обслуживания (площадки массового отдыха, площадки перед открытыми эстрадами и т.д.)**	10
Площадки для настольных игр, открытые читальни	10
Автозаправочные станции	
Зона топливораздаточных колонок	20
Зона технологических колодцев	10***
Остальная территория, имеющая проезжую часть	10
Подъездные пути с улиц и дорог: категории А и Б; категории В	10; 6
Автостоянки	
Открытые: на улицах всех категорий; вне улиц платные; в микрорайонах	4; 4; 2
Проезды между рядами гаражей боксового типа	4

* Норма распространяется также на освещенность тротуаров, примыкающих к проезжей части улиц категорий Б и В с переходными и низшими типами покрытий.

** Освещенность столов для чтения и настольных игр принимается по нормам освещенности помещений.

*** Нормируется минимальная освещенность на крышке колодца.

Светоцветовая среда в городе определяется интенсивностью, спектральными характеристиками и распределением во времени и пространстве прямых и отраженных световых потоков, излучаемых первичными и вторичными источниками света, а ее психофизиологическое действие оценивается по некоторым критериям, характеризующим общее состояние человека. Непосредственная регламентация в нормативных документах показателей эффективности осветительных установок называется **методом прямого нормирования** и является наиболее совершен-

Таблица 2.4. **Нормы освещения дорожных покрытий в рекреационных зонах**

Освещаемые объекты	Средняя горизонтальная освещенность, лк			
	общегородские парки	районные сады	стадионы	выставки
Главные входы	6	4	10	10
Вспомогательные входы	2	1	6	6
Центральные аллеи	4	2	6	10
Боковые аллеи	2	1	4	6
Площадки массового отдыха, площадки перед входами в театры, кинотеатры, выставочные павильоны и на открытые эстрады; площадки для настольных игр	10	10	—	20
Зоны отдыха на территориях выставок	—	—	—	10

Таблица 2.5. **Нормы архитектурного освещения фасадов городских объектов**

Категория улиц, дорог и площадей	Расположение зданий и сооружений	Средняя яркость фасада, кд/м^2
А	Магистральные улицы общегородского значения, площади: главные, вокзальные, транспортные, предмостные и многофункциональных транспортных узлов	8
Б	Магистральные улицы районного значения, площади перед крупными общественными зданиями и сооружениями (стадионами, театрами, выставками, торговыми центрами, колхозными рынками и другими местами массового посещения)	5
В	Улицы и дороги местного значения, поселковые улицы, площади перед общественными зданиями и сооружениями поселкового значения	3

Примечания: 1) при расположении объекта освещения вне городской территории, а также на территории парка, сада, бульвара и наблюдении его на фоне неба или неосвещенной зелени расчетная яркость принимается 3 кд/м^2; 2) при расположении объекта вблизи зданий с большими светящимися поверхностями (например, с большими площадями остекления, через которые видны освещенные интерьеры и др.) расчетную яркость следует принимать 8 кд/м^2; 3) яркости допускается увеличивать на 50 % при освещении зданий, обозреваемых с расстояния более 1 км, а также зданий с архитектурными деталями малых размеров, имеющих существенное значение для восприятия архитектуры здания в целом.

ным способом установления параметров, регламентируемых нормами. Однако проектирование и расчет установок могут осуществляться только по фотометрическим величинам (яркость, освещенность, световой поток и т.п.). Имеющиеся научные данные не позволяют установить прямую связь между различными показателями эффективности осветительных установок (производительность труда, уровень видимости или различимости с заданной достоверностью решения зрительной задачи, светлота окружающего пространства, определяющая уровень его светонасыщенности, и др.) и фотометрическими величинами. Поэтому в мировой практике при разработке нормативных документов и стандартов применяется **метод косвенного нормирования**, при котором показатели эффективности осветительной установки используются лишь как критерий нормирования, а в качестве регламентируемых характеристик принимаются количественные и качественные параметры освещения. **Количественными характеристиками** в наружном освещении являются в наших нормах **яркость и освещенность** (горизонтальная, вертикальная, полуцилиндрическая). **Качество наружного освещения характеризуется ослепленностью, неравномерностью распределения яркости или освещенности на дорожных покрытиях, на фасадах, на витринах и рекламных панелях**. Другие параметры, оценивающие качество освещения, — спектр излучения источников света, кинетику работы осветительных систем, светомоделирующие эффекты освещения и т.п. — практически не предусматриваются действующими нормами.

Существенный минус нашей практики наружного освещения в том, что выполнимость действующих уже не одно десятилетие норм в этой области практически никто не контролирует, — в боль-

Таблица 2.6. **Нормы наружного архитектурного освещения городских объектов**

Категория городского пространства	Место расположения объекта освещения	Освещаемый объект	Заливающее освещение, средняя яркость, L кд/м^2	Акцентирующее освещение, средняя яркость, L кд/м^2
А	Площади столичного центра, зоны общегородских доминант	Памятники архитектуры национального значения, крупные общественные здания, монументы и доминантные объекты столицы	10	30
	Магистральные улицы и площади общегородского значения	Памятники архитектуры, истории и культуры, здания, сооружения и монументы городского значения	8	25
	Парки, сады, бульвары, скверы и пешеходные улицы общегородского значения	Достопримечательные здания, сооружения, памятники и монументы, уникальные элементы ландшафта	5	15
Б	Площади окружных и районных общественных центров	Памятники и монументы, здания и сооружения окружного и районного значения	7	20
	Магистральные улицы и площади окружного и районного значения	Памятники и монументы, здания и сооружения окружного и районного значения	5	15
	Парки, сады, скверы, бульвары и пешеходные улицы окружного и районного значения	Памятники и монументы, здания и сооружения, характерные элементы ландшафта окружного и районного значения	3	10
В	Улицы и площади, пешеходные дороги местного значения	Памятники и монументы, достопримечательные здания и сооружения	5	10
	Сады, скверы, бульвары местного значения	Памятники и монументы, достопримечательные здания и сооружения, характерные элементы ландшафта	3	8

Примечания: 1) уровни освещения доминантных объектов, обозреваемых с расстояния более 300 м, допускается увеличить до 50 %; 2) при расположении объекта освещения в окружении неосвещенного пространства норму яркости, приведенную в *табл. 2.6*, допускается уменьшить до 50 %.

Таблица 2.7. **Расчетные характеристики отделочных материалов фасадов зданий, сооружений, монументов и зеленых насаждений, применяемые при проектировании наружного архитектурного освещения**

Цвет и материалы поверхности	Средневзвешенный коэффициент отражения материала поверхности
БЕЛЫЙ: атмосферостойкие фасадные краски, мрамор, гипс, керамическая плитка, матовый алюминий, нержавеющая сталь, пластмассы	более 0,6
СВЕТЛЫЙ: краски, мрамор, белый камень (известняк, доломит, песчаник), бетон и декоративные штукатурки на белом цементе и светлых заполнителях, керамические плитки, силикатный кирпич, латунь матовая, пластик, травертин, ракушечник	0,55
СРЕДНЕ-СВЕТЛЫЙ: краски, мрамор, камень (туф, песчаник, известняк), бетон, цветные штукатурки, керамический кирпич, блоки, плитка, дерево (доски), пластик	0,45
ТЕМНЫЙ: краски, мрамор, гранит, глиняный кирпич, декоративные штукатурки и керамические плитки, потемневшее дерево, медь, листва деревьев	0,25
ЧЕРНЫЙ: краски, камень (габбро, лабрадорит, диорит, базальт, гранит), чугун, платинированная бронза, декоративные штукатурки, хвоя деревьев	0,1

шинстве городов нет ни специализированных органов контроля, ни соответствующих современных светоизмерительных приборов (яркомеров) у организаций, эксплуатирующих установки функционального, архитектурного и рекламно-светоинформационного освещения.

Наиболее четко прописаны в действующих нормах требования к функциональному освещению транспортных улиц, дорог и площадей (*табл. 2.2*).

Дорожные покрытия в пешеходных зонах регламентируются величиной средней горизонтальной освещенности (*табл. 2.3*).

На главных пешеходных улицах исторических городов нормируется средняя полуцилиндрическая освещенность, которая должна быть не менее 6 лк.

На территориях парков, стадионов, выставок под открытым небом приняты свои нормы (*табл. 2.4*).

Архитектурное освещение фасадов зданий, сооружений, памятников нормируется величиной средней яркости (*табл. 2.5*)

Таблица 2.8. **Нормы освещения витрин**

Категория улицы, площади	Средняя освещенность в вертикальной плоскости на высоте 1,5 м от уровня тротуара, лк	Суммарная освещенность в вертикальной плоскости (общее и акцентирующее освещение), лк, не более
А	300	1000
Б	200	750
В	100	500

Примечания: 1) площадь акцентирующего освещения должна составлять не более 20 % площади витрины; 2) для витрин, в которых выставлены преимущественно темные товары, уровень освещенности может быть повышен на одну ступень по шкале освещенности, для витрин со светлым товаром — освещенность может быть снижена на одну ступень; 3) в освещении витрин с разной по материалам экспозицией важное значение имеют цветовые характеристики применяемых источников света (*табл. 2.9*) (из МГСН 2.06-99).

Таблица 2.9. **Рекомендуемые источники света для освещения витрин**

Вид товара	Цветовые характеристики источника света	
	$T_ц$ К	R_a
Ткани, галантерея, парфюмерия, игрушки, книги, обувь, головные уборы, меха	2800–5000	80 и более
Электротовары, посудо-хозяйственные товары, канцтовары, бакалея, хлеб	2800–3200	70 и более
Мясные, молочные, гастрономические продукты, овощи, фрукты, кондитерские изделия	2800–3500	80 и более
Рыбные продукты	4000–6500	80 и более

Таблица 2.10. **Нормы яркости рекламных панелей и щитов**

Расположение рекламной панели или щита	Площадь объекта S, м^2	Высота установки объекта h*, м	Яркость рекламной панели или щита, кд/м^2, при категории улицы								
			А			Б			В		
			средняя		максимальная**	средняя		максимальная**	средняя		максимальная**
			рекомендуемая	наибольшая допустимая		рекомендуемая	наибольшая допустимая		рекомендуемая	наибольшая допустимая	
Поперек оси улицы: вне проезжей части при площади S объекта, м^2, и его высоте h, и над проезжей частью	S<2	<2***	75	150	1000	50	125	750	30	100	500
		≥ 3,5	100	250	1500	75	200	1000			
	2<S<6	≥ 3,5	75	200	1000	50	125	750			
	6<S<12		75	150	1000	50	85	750			
	S<12		75	125	750	50	75	500			
	любая	>5	75	125	500	50	100	400			
Вдоль оси улицы, а также на фасаде или кровле здания при любой ориентации рекламного объекта	любая	>3	200	500	2500	150	400	2000	100	300	750

* Высота отсчитывается от уровня проезжей части до нижней кромки рекламного объекта.

** Максимальная яркость в наиболее ярком месте объекта определяется как габаритная для участка площадью 0,2×0,2 м.

*** При установке рекламных объектов на высоте менее 2 м расстояние от бордюра до ближней боковой кромки объекта должно быть более 2 м.

Московские нормы МГСН 2.06-99 [29] предлагают более детальную редакцию (*табл. 2.6*).

Требования к качеству архитектурного освещения сформулированы в МГСН 2.06-99 в нескольких пунктах:

• при равномерном заливающем освещении фасада отношение максимальной яркости к минимальной должно быть не более 3:1, а на рельефных фасадах — до 5:1. При этом максимальная освещенность должна создаваться на основных композиционно-пластических элементах;

• при неравномерном заливающем освещении объектов соотношение максимальной и минимальной яркостей в пределах освещаемой площади фасада принимается не менее 10:1 и не более 30:1. При этом максимальная освещенность создается на акцентируемом светом элементе;

• при проектировании световых архитектурных ансамблей по *табл. 2.6* выбирается яркость главного фасада доминирующего объекта. Средние яркости освещаемых фасадов соподчиненных объектов единого ансамбля должны быть, как правило, снижены не менее, чем на 2 ступени;

• объемные монументы, памятники, малые архитектурные формы, имеющие многосторонний обзор, следует освещать с двух—трех сторон с четко выраженным основным направлением светового потока, определяющим расчетную плоскость, которая композиционно должна быть связана с главным направлением восприятия объекта;

• для освещения объектов, имеющих «холодные» цветовые оттенки поверхностей, и зеленых насаждений следует, как правило, применять разрядные источники света с цветовой температурой выше 4000 К. Для освещения объектов, окрашенных в «теплые» цвета, применяются преимущественно источники света с цветовой температурой до 3500 К. При освещении полихромных объектов, в особенности декоративно-изобразительных элементов на фасадах (мозаичные и живописные панно и фризы, изразцы, цветные рельефы и скульптуры, сграффито и т.п.) следует применять, главным образом, источники белого света с общим индексом цветопередачи R_a не менее 80. При художественно-декоративном освещении объектов ландшафтной архитектуры допускается применение источников цветного света.

Для методического обеспечения московских норм в 1997 году разработано «Руководство по проектированию архитектурного освещения застройки в центральной части и исторических зонах Москвы» [35].

Для расчета нормируемой яркости необходимо знать коэффициенты отражения материала освещенной поверхности (*табл. 2.7*) (из МГСН 2.06-99).

Освещение витрин регламентируется величиной вертикальной освещенности (по СНиП 23-05-95 и МГСН 2.06-99) (*табл. 2.8*).

Нормами регламентируется также яркость светорекламных панелей и щитов, при этом в МГСН 2.06-99 требования также более детализированы (*табл. 2.10*).

Как показывает история, нормы в любой стране периодически пересматриваются, совершенствуются по мере появления новых научных данных, новых светотехнических материалов и технико-экономических возможностей, новых стандартов жизни.

2.5. Экология городского освещения

К экологическим мероприятиям в градостроительстве традиционно относят вопросы очистки воды, воздуха, почвы, ликвидации чрезмерного шума, вредных излучений и вибраций. В этот ряд обычно не включают вопросы качества световой среды и «очистки» зрительного поля от «загрязняющих» его элементов, создающих зрительный дискомфорт и отрицательно действующих на здоровье человека. Даже в такой крупной научно-проектной работе как последний проект Генплана Москвы (1999 год) в разделе «Экология» речи о естественном и искусственном освещении нет. Нет этих проблем и в учебниках по архитектурной экологии. В то же время в проектной практике, например, вопросы инсоляции и естественного освещения помещений, предусмотренные строительными [29, 38] и санитарными нормами и непосредственно связанные с плотностью застройки и качеством создаваемой жизненной среды, являются обязательными для расчета на стадии разработки и утверждения архитектурных проектов и обеспечения нормативных гигиенических минимумов.

В некоторых странах Запада зрительный комфорт — одна из экологических проблем, которая входит в понятие «качество жизни», что позволяет говорить при существующем уровне ее решения о начале эпохи «культуры освещения». В Германии с 1974 года действует закон о защите людей от вредных воздействий окружающей среды, в том числе от световых помех, создаваемых в жилых помещениях через окна наружными осветительными уста-

новками и световой рекламой. Наши строительные нормы ограничивают ослепленность пешеходов и водителей светильниками функционального освещения, а московские нормы регламентируют еще и предельные уровни наружной освещенности на окнах жилых помещений, но в последнем случае речь идет о частном, хотя и массовом, разделе зрительной экологии в помещениях, а не на улицах.

В то же время зрительный дискомфорт — почти неотъемлемое качество на большей части территории городов в темное время суток. Он возникает, во-первых, от недостатка света, во-вторых, от чрезмерных контрастов и слепящих источников, в-третьих, от «визуального хаоса» в поле зрения человека. Если первые две причины могут быть в какой-то степени устранены на основе норм светотехническими средствами, то третья непосредственно связана с эстетическими вопросами и требует участия специалистов с художественной подготовкой, гигиенистов, психологов и экологов.

Известно, что зрительный дискомфорт даже в течение относительно недолгого пребывания человека в городской среде утомляет его, вызывает раздражение, депрессии и стрессы, иногда является причиной головных болей, травм, ухудшения общего самочувствия. Эти взаимосвязи еще далеко не изучены и, очевидно, зависят от конкретной причины дискомфорта и комплексного воздействия многих неблагоприятных факторов среды. Существующие у нас нормативные уровни освещенности и низкие качественные показатели осветительных установок в большинстве пешеходных зон и жилых территорий, усугубляемые плохой эксплуатацией осветительных установок, должны быть пересмотрены с ориентацией на **приоритет пешехода**, а не водителя, как это сложилось на практике. В этом, в частности, сможет реализоваться идея гуманизации городской среды, ибо именно пешеход имеет непосредственный, массовый и повсеместный контакт со средой, он, а не водитель, ее прямой пользователь и ценитель. Это, разумеется, не значит, что требования к освещению транспортных зон по условиям безопасности движения должны быть снижены.

Речь не идет о непременном повышении уровней освещенности во всех пешеходных зонах как первоочередной задаче. Вероятно, нужно более точно определить характер зрительной работы и поведения человека в каждой конкретной зоне с учетом преобладающей в ней функции и особенностей градостроительной и социальной ситуации, предложить достоверные критерии оценки светоцветовой среды и рекомендуемые светотехнические и светокомпозиционные параметры. В частности, регламентация условий искусственного освещения в пешеходных зонах лишь уровнем горизонтальной освещенности $E_г$ слишком приблизительна, ибо не гарантирует выполнения даже одной из основных утилитарных задач — обеспечения необходимой видимости и узнавания встречных пешеходов. Кроме того, в пешеходных зонах большое психологические значение имеет светонасыщенность пространства, которая, по аналогии с интерьерами общественных зданий, могла бы на первых порах регламентироваться в наиболее оживленных местах города. Для оценки этих условий могут применяться величины $E_в$ и $E_ц$ — вертикальная и цилиндрическая освещенности, что отчасти предусмотрено нашими нормами: на главных пешеходных улицах исторических городов средняя полуцилиндрическая освещенность должна быть не менее 6 лк [29].

В некоторых научных публикациях предлагается более широкий спектр характеристик, которые более адекватно коррелируются с ощущением достаточной визуальной информации и комфорта, безопасности и зрительного контакта между пешеходами, чем $E_г$. Это $E_в$ (рекомендуемый диапазон в зависимости от расстояния наблюдения, условий адаптации и иерархической категории пространства от 1 до 20 лк), полуцилиндрическая освещенность $E_{пц}$ (0,6—25 лк) и полусферическая освещенность $E_{пс}$. Считается минимально достаточным обеспечить на уровне лица человека $E_{пц} = 1$ лк при наблюдении на расстоянии до 5 м, $E_{пц} = 3$—5 лк для расстояний до 10 м и $E_{пц} = = 10$ лк — для расстояний 15 м и более. Для оценки тенеобразования и моделирующего эффекта рекомендуется соотношение $E_г/E_{пц} = 0{,}8$—1,3.

Зрительной обстановке в пешеходных зонах за рубежом уделяется особое внимание в плане борьбы с преступностью в ночное время. С этой целью рекомендуется создавать в соответствующих ситуациях освещенность не менее 15 лк и отказаться от применения НЛНД, монохроматический желтый свет которых, по некоторым данным, отрицательно действует на настроение и провоцирует преступления.

Ощущение зрительного дискомфорта от неудачного распределения яркостей в поле зрения, приводящего к «визуальному хаосу», ставит проблему не только экологического, но и художественно-композиционного характера. Как часть дизайна окружающей среды она активно рассматрива-

лась за рубежом еще 40 лет назад. Например, исследования, проведенные Советом по дизайну Великобритании в 60-е годы XX века, показали, что утомляемость человека от пассивного восприятия «визуально хаоса» для среднего города составляла около 25 % общей утомляемости за день. Сегодня вопросами количественной и качественной оценки зрительных условий занимается новая наука — видеоэкология (название, на наш взгляд, менее удачное, чем «экология зрения»). Проведенные В.А. Филиным исследования [40] показали, что длительное пребывание человека в неблагоприятной среде, какую представляет собой современная застройка в отличие от природного пейзажа, приводит к психическим расстройствам. Их причиной в дневных условиях являются две крайности, связанные с цветовой гаммой и структурой видимых полей: «гомогенные» или монотонные зрительные поля с малым количеством элементов и цветов и «агрессивные» поля, состоящие из большого количества однородных, равномерно рассредоточенных на обширных поверхностях элементов. В ночном городе «агрессивными» могут быть слепящие яркости, чрезмерные яркостные и цветовые контрасты, раздражающая динамика и т.п.

Очевидно, что зрительное поле в вечернем городе более агрессивно, чем днем, но какова степень этой агрессивности и как ее нейтрализовать? Эта проблема пока совершенно не исследована ни в экологическом, ни в светотехническом отношениях. Однако ясно, что для реализации задач высшего порядка, таких, как создание полноценной в художественном отношении светоцветовой среды и благоприятной психологической атмосферы в ней, должны быть решены задачи низшего, утилитарного и экологического уровней. Иными словами, экология и эстетика освещения тесно связаны и не могут успешно рассматриваться отдельно. Это вытекает из природы зрения, ибо преимущественно посредством органа зрения человек познает окружающий мир, взаимодействует с ним и чутко, синестезически реагирует не только на светоцветовой комфорт, но и на красоту мира.

Исследования, связанные с проблемой «человек и свет», ведутся во многих странах. В последние годы Международная комиссия по освещению (*CIE* или МКО) активно курирует выполнение программы «Свет и здоровье», которая признана сегодня наиболее актуальной — ею занимаются многие национальные светотехнические комитеты. Однако доля исследований, посвященных вышеуказанным проблемам, совершенно ничтожна.

Задача формирования эстетичной светоцветовой среды в первую очередь архитектурно-градостроительная и во вторую — светотехническая, частная, хотя на практике происходит обычно все наоборот. Трудно ожидать высокого результата как в художественном, так и в экономическом плане, решая частные задачи без ясного представления общей проблемы. Об этом свидетельствуют как отечественный, так и зарубежный опыт наружного освещения, представленные немалым количеством качественно решенных локальных фрагментов города — световых ансамблей, отдельных освещенных магистралей, зданий и сооружений, витрин и реклам, но почти не имеющий образцов целостного решения световой среды в масштабе всего города или крупного градостроительного образования. Анализ зарубежных публикаций показывает, что, как и у нас в стране, основная доля исследований посвящена частным проблемам, главным образом вопросам утилитарного освещения транспортных и, отчасти, пешеходных зон и жилых территорий.

Значительное количество исследований по архитектурному освещению объектов имеет, как правило, выборочный характер. И весьма редки в нашей практике конкретные предложения по комплексному решению светоцветовой среды города на основе и с использованием композиционного «инструментария» архитектора, градостроителя и дизайнера в специфическом выражении средствами рукотворного светоцвета. Это способствовало бы практически решению вполне реальной «сверхзадачи» — **поднятию освещения города на уровень искусства**, по аналогии с освещением интерьеров, где эта задача в принципе реализована. Первые шаги в этом направлении делаются в русле «светового урбанизма» во Франции, а также в нашей московской проектно-концептуальной практике.

Одним из первых в ряду приемов, обеспечивающих высокое качество вечерней световой среды города, может быть **«пропорционирование» света** в городских пространствах в зависимости от их иерархии, функции, масштаба и стилевых особенностей архитектуры, формирующей эти пространства. Пропорционирование важнее раздельного регламентирования уровней освещенности в разных зонах, ибо основывается на возможностях адаптации зрения движущегося в городском пространстве человека и подразумевает гармонизацию соотношений этих уровней в пределах единой системы. При этом любопытно и полезно было бы установить, существуют ли гармоничные соотно-

шения световых величин, подобные, например, «золотому сечению», широко применяемому в архитектуре и изобразительном искусстве. В конкретной ситуации пропорционирование света означает благоприятную для глаз «стыковку» смежных светопространств, что очень важно для ориентации и передвижения пешеходов в городе, о чем сейчас мало кто заботится.

Нечто подобное принципу пропорционирования света предложено Е. Бартесом в 1979 году: для организации диалога «человек—пространство» рекомендуется «конструировать» световую среду, ориентируясь на эргономику зрения, преобладающий вид активности и визуального восприятия в конкретном пространстве, классифицируемом по видовому признаку. При наблюдении светопанорамы, по его утверждению, зрение работает в режиме последовательной фиксации ее деталей, при этом глубина пространства оценивается как второстепенная характеристика, как ряд удаляющихся планов. В замкнутом пространстве (площадь, жилой двор) восприятие имеет характер узнавания, т.е. внимание направлено на оценку размеров и геометрии пространства, а освещение должно способствовать их выявлению.

Важными в художественном отношении характеристиками являются масштаб объектов восприятия и масштаб архитектурной среды, который в широких пределах может изменяться благодаря искусственному освещению. При этом радикально меняются и психологические характеристики среды. В этих условиях он именуется некоторыми авторами **масштабом освещения** (*рис. 41, 42*) и предлагается для качественной оценки световой среды.

Использование **ритма в освещении**, как и в архитектуре, и в других видах искусства, может стать действенным гармонизирующим средством светопространственной композиции. И хотя световой ритм в городе, создаваемый точечными источниками света и разными их скоплениями в пределах сложного по структуре градостроительного пространства, объективно существует, он сложился стихийно и, как правило, не обладает художественными достоинствами. Поэтому, пользуясь известными в архитектуре и искусстве закономерностями, можно ввести ритм в модуляции искусственного светоцвета в линейных пространствах транспортных улиц (с учетом восприятия водителей и пассажиров) и в пространствах пешеходных путей в расчете на скорость передвижения и особенности восприятия пешеходов.

Создаваемый при этом светоцветовой ритм может совпадать с планировочным ритмом или вносить в него масштабные коррективы. Ритм в модуляциях яркости и цветности освещения на фасадах сооружений более четко выявляет их архитектурные особенности, акцентирует внимание на композиционных осях, придает зрительный динамизм световым ансамблям.

Для того, чтобы решить подобные задачи, необходимы исследования, цели которых должны определяться градостроителями, дизайнерами и экологами и достигаться совместной работой разных специалистов. В основе подобных работ должен быть системный и градостроительный подход с ориентацией на «сверхзадачу» с особым акцентом на пространственные характеристики, на пространствообразующую и психо-эстетическую роль светоцвета. Это важно отметить по двум причинам. Во-первых, в теории архитектуры сегодня общепринята точка зрения, что основным содержанием современного зодчества является организованное пространство (а, например, не отдельно взятый объем, что было характерно для архитектуры предшествующих эпох). Во-вторых, в традиционных работах по освещению и зрительному восприятию акцент неизменно делается на «поверхностные» характеристики освещаемых элементов материальной среды — на освещенность и яркость дорожных покрытий и фасадов, формирующих пространство объектов. В то же время не менее важным в городской среде, где человек передвигается сам в световом поле и становится поэтому одним из отражающих свет «материальных» элементов среды, воспринимающим другие движущиеся объекты, являются **светопространственные характеристики** или, образно говоря, количество «взвешенного» в пространстве света — света, насыщающего и оптически формирующего это пространство, что не всегда или не сразу сознательно, фиксированно оценивается глазом, а остается на уровне ощущений, неосознанных впечатлений.

Экология зрения, связанная с освещением городской среды, с недавних пор получила еще одно дискуссионное направление исследований, проектной и практической работы. Это — борьба со «световым загрязнением» атмосферы и ночного неба [50]. Еще пять лет назад трудно было представить себе такое абсурдное словосочетание. Свет не может быть грязным или что-то загрязнять. Свет — символ чистоты и непорочности, символ прекрасного и возвышенного. Главным аргументом «борцов» со световым загрязнением является тот факт,

что в последние годы все более интенсивное и широкомасштабное электрическое освещение городов мешает астрономам работать, а жителям наслаждаться видом звездного неба: в темноте, на природе, за пределами освещенного города человек в безлунную ясную ночь способен разглядеть невооруженным глазом до 2500 звезд 1—6-й величины, а с залитых светом фонарей и реклам городских улиц и площадей он видит, в лучшем случае, не более сотни—двух самых ярких звезд 1—2-й величины без различения даже Млечного пути. Попутно к этому причисляют ухудшение зрительных условий для пешеходов, водителей и обитателей зданий, выглядывающих в окна, вследствие ослепления их источниками искусственного света.

Другим основополагающим аргументом сторонников новорожденной ветви экологического движения служит утверждение, что интенсивное освещение населенных пунктов и загородных автомагистралей мешает миграции и жизни птиц и насекомых, а возможно, и биоритмам зеленой растительности. В некоторых публикациях драматизм изображаемой ситуации усиливается пугающими цифрами гибнущих от световых установок птиц и насекомых, а также баснословных потерь света, «бесцельно расплескиваемого по небесам» (якобы, до 30 % от всей электроэнергии, потребляемой на планете). Из этого делаются сомнительные по их научной достоверности выводы и даются весьма спорные в профессиональном отношении рекомендации вроде тех, что «искусственный свет должен быть незаметным..., а мастерство светопроектировщиков заключается в создании иллюзии естественного освещения». Как создать такую иллюзию в окружающей тьме и зачем превращать ночь в день — непонятно.

На угрозу светового загрязнения общественность откликается созданием реагирующих организаций. Самая крупная из них, образованная в 1998 году в США и имеющая филиалы по всему миру, декларирует свои цели в своем названии — «Международное движение (ассоциация) за темные небеса». Ее активисты рекомендуют меньше пользоваться искусственным светом. Например, ограничить световую рекламу, выключать на ночь свет в закрытых супермаркетах, на бензоколонках и стадионах или фокусировать свет и делать его фрагментарным — чтобы световые пятна нескольких больших объектов не стягивались в одно. Фонари и прожекторы должны освещать лишь какую-то конкретную зону, причем луч без необходимости не следует направлять в небо. Замена ртутных ламп на натриевые, по их мнению, может снизить притягивающее действие света на насекомых. Ассоциация подчеркивает: для борьбы со световым загрязнением нужны не столько деньги, сколько понимание проблемы и желание ее решить.

Первой страной, где законодательно ограничено световое загрязнение, стала Чехия. Все осветительные приборы там должны быть направлены вниз или параллельно земле — таким образом снижается назойливость света на автотрассах и в спальных районах. Агентство по защите окружающей среды США разработало программу *Energy Star*, которая должна помочь населению и компаниям резко снизить расход энергии на освещение. Этим же агентством принята программа по защите птиц, согласно которой, в частности, в периоды их миграции, запрещено включать ночное освещение высотных зданий. В канадском Торонто это правило соблюдают с 1996 года. В Венеции по поводу светового загрязнения провели конференцию, которая потребовала от ЮНЕСКО провозгласить небосвод достоянием человечества.

Эти доводы и требования кажутся разумными и естественными, но насколько они реальны?

Сама природа ограничивает возможность созерцания звездного неба: в нашем климате на средних широтах до двух третей суток в году небо закрыто облаками. Даже в ясную погоду полная луна создает вуалирующую завесу, засвечивая атмосферу и мешая видеть малые звезды, что еще более сокращает время их полноценного сияния. Кроме того, в бесснежный период сезонная запыленность и повышенная влажность воздуха снижают его прозрачность. Но основным источником загрязнения атмосферы и ухудшения его оптических свойств является сам человек. Количество пыли, дыма, сажи, выхлопных газов, копоти, пара и других взвешенных в воздухе непрозрачных частиц увеличивается с каждым годом в результате производственной и другой антиэкологической деятельности людей на всей планете. Именно эти взвеси образуют более или менее плотную вуалирующую пелену, способствующую оптическому помутнению воздуха и, в том числе, глобальному накоплению в атмосфере тепла. Эта атмосферная «катаракта» превращает когда-то ярко-синее в солнечные дни небо (небо детства) в блекло-голубое (небо подступающей старости), а ночью мешает видеть звезды. Искусственный свет, излучаемый городом в окружающую космическую тьму, является лишь индикатором этого загрязнения, и бороться нужно не

столько с этим объективным детектором, сколько с первопричиной физического засорения атмосферы — именно на этом должны быть сосредоточены основные усилия серьезных, неангажированных ученых-экологов и общества в целом. Эффект дневного свечения атмосферы за счет рассеяния солнечного света, воспринимаемый как светоизлучающий небосвод, на котором и в безоблачную погоду не видно звезд, ночью невозможен ни сегодня, ни в будущем. Искусственный свет несопоставим по интенсивности с солнечным, поэтому неспособен в масштабе целого города засветить воздух, если он чист. Лишь концентрированные пучки зенитно-прожекторного света или лучи лазеров могут както различаться на фоне темного неба, но это исключительное, а не массовое явление в городском освещении.

Трудно оспорить факт, что для бодрствующего человека свет в темноте — это благо цивилизации, что потребности общества в городском освещении объективно востребованы динамично развивающейся жизнью, что стандарты окружающей среды постоянно растут, в том числе и стандарты световой среды города, и что человеку свойственно принимать решения в свою пользу, а не в пользу «братьев наших меньших», хотя в ретроспективном плане нередко оказывается, что решения эти не всегда были идеальными. Иными словами, нужно в очередной раз определить приоритеты на основе комплексных научных расчетов, а не изолированных количественных показателей — сколько гибнет птиц и насекомых именно от установок искусственного света на фоне других, гораздо более глобальных или разрушительных причин, как при этом изменяется воспроизводство гибнущих популяций, какие разумные и реальные меры должны быть предприняты для сохранения исчезающих и ценных видов и т.д. Эта непростая научная задача требует финансирования, и она должна решаться в ряду аналогичных экологических задач.

Итак, очевидно, что борьба с так называемым «световым загрязнением» должна вестись по двум направлениям. Первое ясно обозначено выше и имеет аналог в будничной жизни: чтобы в доме или в городе было чисто, нужно чаще убирать грязь и мусор (вариант А) или не сорить (вариант Б). Для атмосферы более предпочтителен вариант Б, т.к. очистить замусоренную атмосферу весьма непросто.

Второе направление работы экологов и других специалистов связано с эффективным распределением световой энергии в городе, с грамотными светотехническими решениями осветительных установок всех видов. Надо сказать, что на нужды освещения в целом идет, по усредненным данным ряда стран, от 5 до 15 % всей потребляемой электроэнергии, а на наружное освещение лишь 0,2—1,5 %. Главными потребителями 85—95 % вырабатываемого электричества являются силовые и отопительные установки в жилье, промышленности, на транспорте, в социальной сфере. В наружном освещении города в разных пропорциях существуют три основные группы установок — функционального освещения городских территорий и пространств; архитектурного освещения фасадных поверхностей зданий, сооружений и ландшафтных элементов; световой информации и рекламы. В особую группу светоизлучающих установок могут быть выделены интерьеры, спонтанный свет которых, вырывающийся наружу через светопроемы, определяет визуальный характер многих городских светопанорам.

Многие специалисты считают основной причиной неблагоприятной световой обстановки в ночном городе несоблюдение норм наружного освещения по одной, двум или трем основным группам осветительных установок. Можно согласиться с этим лишь отчасти, поскольку нормы, даже рекомендации МКО, не являются универсальной панацеей на все времена или идеальным инструментом создания замечательной по всем параметрам — функциональным, экологическим, эстетическим и т.д. — искусственной световой среды. Любые нормы рассчитаны на некоторый исторический период и поэтому в определенной степени компромиссны, даже конформичны, ибо обусловлены технико-экономическими и социальными возможностями и потребностями общества. «Плясать» нужно от психофизиологического фундамента — от особенностей зрительного восприятия человека в условиях нестабильной и сложной по своим режимам темновой—сумеречной—дневной адаптации в разных зонах города, в разных градостроительных ситуациях с различными видовыми кадрами — науке до сих пор неизвестны многие механизмы этого восприятия и зрительные реакции людей. Поэтому не существует развернутых, научно обоснованных правил пропорционирования света по количеству и качеству в разных городских пространствах, на земле и на фасадных поверхностях, учитывающих совместное и взаимообусловленное действие всех групп осветительных установок, одновременно функционирующих в реальной среде.

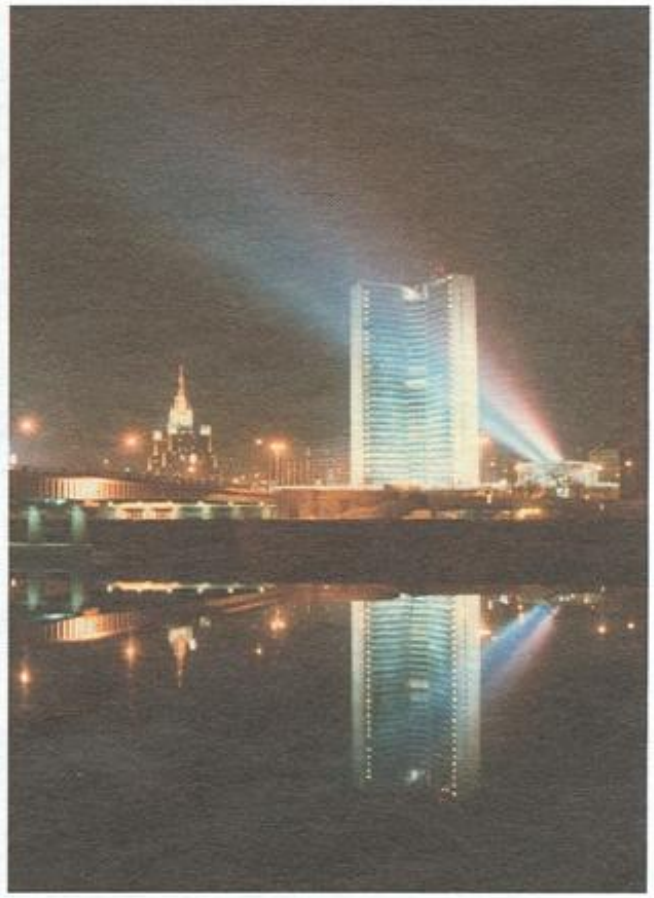
Еще недавно в наших городах практически не было архитектурного освещения зданий (а в их большинстве нет и сегодня), не было торшеров и бра в пешеходных зонах и такого количества световой рекламы (в советское время — световой наглядной агитации). На улицах и площадях в течении 40 лет господствовали функциональные светильники прямого света с рациональным светораспределением как результат директивного решения, принятого в 1950-е годы при Н.С. Хрущеве правительством СССР в «пакете» «революционных» решений в области архитектуры и строительства. Лишь штучные рудименты дохрущевской эпохи в виде светильников «сталинского ампира» (с названием «Вашингтон») сохранялись до недавних пор в Москве перед «сталинскими» же высотками и на территории ВДНХ. Светораспределение старых фонарей было весьма нерациональным — до 50 % их светового потока уходило в Космос, что при имевшихся тогда лампах накаливания и скудной энерговооруженности послевоенной страны было неоправданным расточительством.

В последние годы в крупных городах России появилось множество установок функционального, архитектурного и светорекламного освещения, оказывающих слепящее или дискомфортное действие на водителей и пешеходов и неэффективно распределяющих световую энергию, — старые, подзабытые ошибки повторяются во все возрастающих количествах. В установках функционального освещения, главным образом, пешеходных зон и автостоянок, это — применение светильников неограниченного светораспределения — торшеров, бра и фонарей на заборах, — массовым представителем которого является светорассеивающий шар.

В установках архитектурного освещения это преимущественная ориентация прожекторов и светильников световым отверстием вверх, к небу. У такой ориентации есть свои резоны. Во-первых, световые приборы не слепят пешеходов и водителей, они вообще практически не видны с земли (прожектор, смонтированный стеклом вниз, виден и обычно требует установки светозащитных решеток, не всегда спасающих людей от зрительного дискомфорта). Во-вторых, расположение световых приборов на нижних ярусах фасада здания (для подсветки вышележащей зоны) облегчает доступ к ним, т.е. их эксплуатацию. В-третьих, есть художественный интерес в том, что образующаяся в результате на фасаде светотень с непривычными обратными тенями от пластических элементов и высвеченными нижними поверхностями выступающих деталей — карнизов, балконов, козырьков, кронштейнов и т.п., которые днем всегда пребывают в тени и не привлекают внимания зрителей, создает декоративный эффект, называемый рамповым, театральным, драматическим. В подобных установках значительная часть светового потока уходит в Космос, особенно, если освещаемая поверхность имеет небольшое сечение и развивается вертикально. Обелиск на Поклонной горе со всех сторон залит с земли светом десятков мощных прожекторов, создающих на облачном небе довольно светлое пятно, т.е. КПД этой установки весьма мал. Такие же пятна света и концентрированные световые потоки ясно прочитываются в воздухе и на облаках при определенных погодных условиях над памятником 300-летию Российского флота (Петру I), Останкинской телебашней, Шаболовской (Шуховской) радиобашней и другими высотными объектами (*рис. 2.50*). В некоторых ситуациях (на исторически существующих объектах) это вынужденное, практически безальтернативное решение, в других — запоздалые и тривиальные действия проектировщиков. Например, обелиск на Поклонной и ему подобные современные объекты вполне могли быть светонесущими, светоизлучающими, т.е. запроектированными со встроенной, более рациональной, современной, экологичной и художественно оригинальной системой освещения.

Еще более многочисленной группой установок, засоряющей светопанорамы городов чрезмерно яркими, хаотичными пятнами, является световая реклама — освещаемые щиты, светящиеся короба и транспарантные панели, газосветные и иные светящие конструкции, а также сезонные или постоянные элементы декоративного светового оформления — светящие сетки, шнуры, растяжки на фасадах зданий, на мостах, на опорах уличных светильников, на деревьях. По законам визуального восприятия все эти яркие элементы на фоне темного окружения снижают функции зрения — автоматически происходит еще большее кажущееся потемнение фона вследствие сужения зрачка. Человек с факелом в темноте не держит его перед собой, а интуитивно поднимает его так, чтобы глаз не видел самого факела. Пламя свечи ночью в чистом горном воздухе можно разглядеть за много километров, а поставь ее перед глазами — и ты как бы ослепнешь. Фотолюбителям знаком этот эффект: если аппарат в солнечный день настроен на освещенный фрагмент среды, тени на снимке получаются почти черными (по-

А



Б

Рис. 2.50. А — тень от верхушки Шаболовской радиобашни на облаках от мощных прожекторов, освещающих ее снизу (светодизайн — Н.И. Щепетков и «Светосервис»); Б — «триколор» Российского флага, воспроизводимый цветными лучами прожекторов с конференц-зала мэрии на Новом Арбате (бывшее здание СЭВ), ясно читаемый в пыльном воздухе центра Москвы

этому на лунных снимках американцев звезд не видно), если же выдержка и диафрагма установлены на теневую зону кадра, освещенный фрагмент становится «бельмом» снимка без различимых полутонов и деталей.

Наконец, существует группа многочисленных спонтанно функционирующих, хотя и наименее беспокоящих нас излучателей в виде разнообразных светопроемов — окон, витражей, витрин, фонарей верхнего естественного освещения в покрытиях зданий, через которые днем природный свет проникает в помещения, а ночью электрический свет обильно выплескивается из интерьеров в тьму окружающего открытого пространства. Некоторые интерьеры, например, огромное и ярко освещенное, перекрытое стеклянным куполом внутреннее пространство Гостиного двора или остекленные сверху пассажи ГУМа и Петровские, дебаркадер Киевского вокзала, выставочные залы ГМИИ им. А.С. Пушкина и Третьяковки, множащиеся атриумы современных общественных зданий, залы спортивных комплексов и производственные цеха с верхним естественным освещением, сотни и сотни мансардных окон излучают потоки света непосредственно в ночное небо. Сегодня невозможно обеспечить светомаскировкой все эти светопроемы.

Даже грамотно распределенный свет любой или всех вышеперечисленных групп осветительных установок с добавлением света фар тысяч автомобилей, попадая на землю и на фасады, отражается от них ввысь, особенно зимой при свежевыпавшем снеге, коэффициент отражения которого 98 %. Как «поймать», остановить, возвратить этот «вредный» для звездного неба свет в течение полугода? Летом асфальт и трава отражают лишь до 20 % света, но и он неуловим и дает определенный эффект. Поэтому ночное облачное

Рис. 2.51. Развернутые во времени и в пространстве ночные снимки Земли и Европы из Космоса. Излучающие свет континенты, страны и агломерации: на Земле — Европа, Восток США, Япония, Южная Корея, в меньшей степени — Восточный Китай, Запад США, Индия, Пакистан, Средний Восток, Рио-де-Жанейро, Мехико. В Европе — Бельгия, Москва, Лондон, Петербург, Париж, Берлин

небо над городом в снежный период всегда достаточно светлое, «засвеченное» неконтролируемым отраженным и излучаемым наружным и интерьерным светом, имеющим ныне характерные бурые оттенки, поскольку на улицах города господствует функциональный желтый свет натриевых ламп.

В итоге следует признать, что **современный ночной город**, даже целые агломерации, страны и континенты (Европа, Япония, Восток США и др.) **стали гигантским светоизлучающим организмом** (*рис. 2.51—2.55; 45*), в котором можно регулировать детали, но едва ли реально радикально изменить суть. Ночная жизнь становится все более привлекательной для активной части публики. Что ей собственные биологические часы, вопреки которым вместо сна наступает время развлечений, или судьба неведомых птиц и насекомых? Много ли птиц мигрирует ночью, не спит, как и большинство дневных животных, и как они мигрируют в облачные ночи, в темноте и без звезд? Как вразумить развлекающуюся публику, что «световое загрязнение» может дать неприятные глобальные последствия? Ведь сколько ни внушают человеку врачи и СМИ, что никотин, алкоголь, наркотики, безрежимный образ жизни пагубен для него, пороки не исчезают, поскольку с этим связана огромная архиприбыльная и во многом преступная индустрия производства, коммерции и рекламы. При постоянно растущих технических и экономических возможностях освещения и всеобщей урбанизации (сверхплотная застройка и небоскребы, закрывающие небо) человечество вряд ли пойдет по пути урезания уровней освещенности и освещаемых площадей до средневекового минимума, чтобы сократить таким образом «световое загрязнение» с целью созерцания звезд и сохранения насекомых. Попытки сократить расходы на наружное освещение путем отключения части светильников, реклам и витрин, уменьшения времени их функционирования или снижения уровней освещенности, предпринятые в западных странах в годы энергетического кризиса в 70-е годы XX ве-

А Б

Рис. 2.52. Световой план Токио (А) и «пятый фасад» Чикаго (Б). Планировочная сеть улиц и фокусные узлы площадей четко прорисованы светом, рвущимся в небо

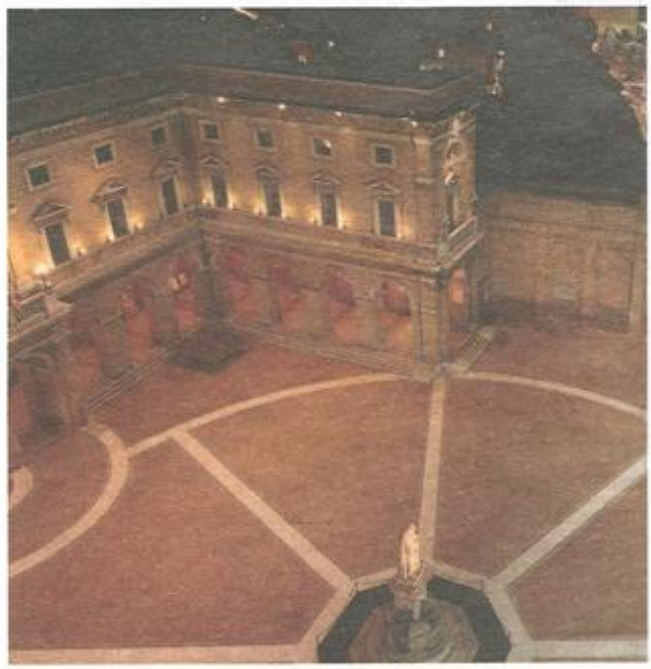
А Б

Рис. 2.53. «Пятый фасад» ночного Кейптауна, вид со Столовой горы (А), и световой план Москвы с самолета (Б): паутина улиц — световой «каркас», беспорядочно светящая «перфорация» между ними — «ткань» города, темные пустоты в ткани — зеленые массивы и водные пространства

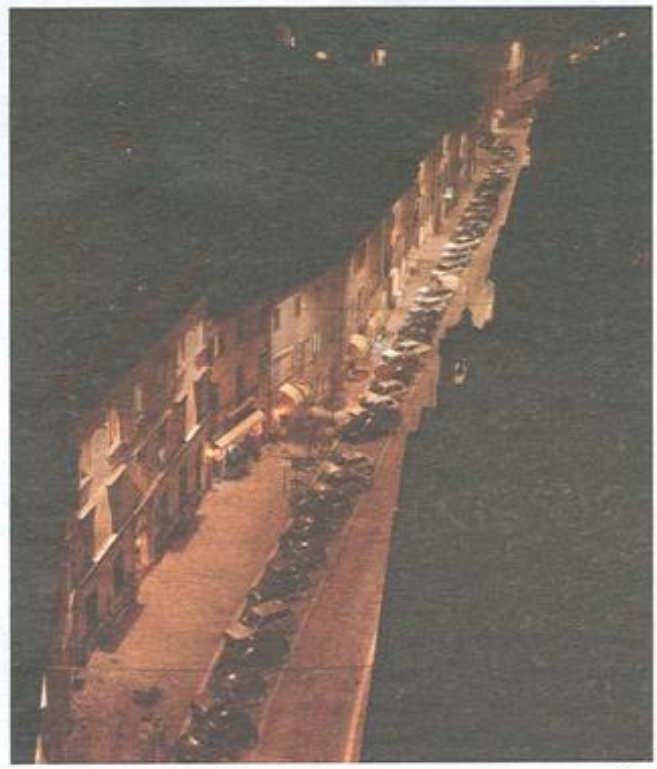
ка, привели к многократно (до 60 раз!) возросшим расходам, связанным с увеличением количества ДТП, ростом преступности, снижением товарооборота и т.д. Разумные способы решения проблемы упомянуты выше. Обществу вполне по силам экономическими и законодательными рычагами обязать специалистов грамотно решать светотехнические задачи на основе научной стратегии, рассчитанной на технический прогресс. В частности, шире применять энергосберегающие источники света, эффективные приборы и рациональные приемы освещения. Новые изделия с более высокими техническими характеристиками нередко задерживаются на старте из-за относительно высокой цены, которая при профессиональном и дальновидном подходе со стороны заказчиков может быстро окупиться, открыв путь более современному их поколению (примером могут служить светодиоды). Следует в очередной раз исключить из практики наружного освещения светильники неограниченного светораспределения (что уже предусмотрено в московских нормах комплексного благоустройства МГСН 1.02-02) и свести к минимуму дискомфортное действие световых приборов в осветительных установках всех групп, особенно в световой рекламе. Нужно научиться расчетным путем на проектной стадии и на основе научных данных определять физиологически оптимальные величины яркостей значимых элементов среды в разных условиях адаптации и, главное, гармонизировать яркостные соотношения светящих и освещаемых объектов, попадающих в поле зрения пешеходов, водителей, пассажиров. Целесообразно также в нормах, методиках и практике проектирования предусматривать светомаскировочные мероприятия в виде приспособлений в конструкции светопроемов, препятствую-

Рис. 2.54. Впечатляющий ночной снимок панорамы Чикаго с небом, засвеченным огнями города. По данным фирмы *iGuzzini*, 30 % городского света уходят в Космос

А



Б



В

Рис. 2.55. А — ночной вид с горы Ликавитос на Афины с освещенными улицами, площадями, памятниками архитектуры, скалистыми холмами; Б — освещенная площадь; В — «световой туннель» улицы — светоизлучающие фрагменты «каркаса» и «ткани» города

щих свободному излучению интерьерного света в Космос.

А для любителей медитировать под звездами можно найти особые способы организации освещения городской среды. Например, создавать в ней особые «темновые анклавы» в рекреационных зонах, на оборудованных смотровых площадках, на кровлях высотных зданий и т.п. с минимальным экранированным («аварийным») освещением в плоскости земли, чтобы можно было ориентироваться и безбоязненно передвигаться в таком специально организованном пространстве, при этом центральное поле зрения и верхняя зона (небосвод) оставались бы в девственно-природном состоянии темноты, а визуальная картина в целом имела бы декоративный характер. Такие анклавы можно создавать в безоблачные ночи и в людных пешеходно-общественных местах, отключая действующее освещение на определенные промежутки времени как в театре или планетарии: вместо уже привычных «световых шоу» устраивать таинственные «темновые». Возможно, стремление посещать эти анклавы активизирует контакты с природой определенных групп людей. Редким, но уже классическим примером подобной организации световой среды могла бы служить рекреационная зона вокруг искусственного озера перед Капитолием в Чандигархе, где автор проекта, великий функционалист, утопист и романтик Ле Корбюзье, запретил всякое освещение, кроме полускрытого «бивуачного» подсвета газонов, чтобы можно было видеть в воде отражение звездного неба. Наконец, у поклонников звездного неба есть послеполуночное время, когда отключаются или, по решению властей города, должны отключаться все осветительные установки кроме функционально необходимых. Можно еще выехать с палаткой в лес или на берег озера и увидеть, как мечтал Корбюзье, двойное звездное небо — оригинал и его зеркальное отражение, или на дачу, где каждый волен включать или выключать свое собственное освещение в доме и на участке. «Выманивание» людей на природу, в живописные окрестности и специально оборудованные пейзажные уголки, в том числе и в вечернее время отдыха, может стать одним из направлений туристического бизнеса и деятельности социальных служб.

Возможно, что при чистом воздухе и регулируемом городском освещении даже астрономы, уже покинувшие крупные города, вернутся в них, хотя город — не лучшее место для крупных обсерваторий.

Итак, проблема светового загрязнения неба, а точнее — техногенного загрязнения атмосферы, существует, она не однозначна, но решать ее нужно на научной основе, профессионально и комплексно, трезво определив приоритеты — или человечество с его стремлением к светлой, комфортной среде во всех ее ипостасях, или индивидуумы с эзотерической любовью к звездам, или брошенные на произвол человечества птицы и насекомые. Степень этого произвола — в руках ученых и общества.

Глава 3.
ОСНОВЫ СВЕТОВОГО ДИЗАЙНА ГОРОДСКОЙ СРЕДЫ

Свет — объективная основа воспринимаемого зрением окружающего мира, в том числе архитектурных ансамблей города и его объектов, необходимая составляющая жизненной среды человека в целом и городской среды в частности. Искусственный свет по своей физической природе подобен естественному, но отличается от последнего по своей структуре, мощности, «удельному весу» в создаваемой среде. Однако для создателей этой среды и ее обитателей он имеет неоценимое преимущество перед естественным, особенно в условиях города, — он полностью рукотворен и управляем. Это позволяет в практических и художественных целях мгновенно осуществлять визуальную презентацию и (или) трансформацию реально существующего, но без света (в темное время суток) зрительно не воспринимаемого пространства, объема, поверхности, цвета в человеческом и градостроительном масштабе. Второе преимущество — практически беспредельные перспективы развития источников искусственного света в русле цивилизационного прогресса науки и технологий, которые приведут к новому качественному состоянию визуального мира в городской среде в ночное время.

До сих пор считалось достаточным рассматривать освещение в городе как дополнительное техническое средство благоустройства, реализуемое на конечной стадии строительства, или как средство декоративного оформления, не связанное с подлинно архитектурными задачами и проектированием. Теперь такая точка зрения уже неприемлема.

Традиционно считается, что световая среда города создается:

- функциональным стационарным освещением транспортных улиц и магистралей, их пересечений и пешеходных участков территории;
- архитектурным освещением фасадов достопримечательных объектов;
- световыми надписями и изображениями, отражающими пространственное распределение визуальной информации и рекламы в городе;
- сезонным или постоянным художественно-декоративным освещением элементов городского ландшафта;
- иллюминационным (эпизодическим) праздничным освещением;
- постоянным или временным освещением специального назначения (стадионов, выставок-ярмарок, сортировочных станций, портов, строек и т.п.).

Соотношение этих видов освещения в каждом городе различно и складывается, в основном, эволюционно, без единого композиционного замысла. Задачей нижеизложенной концепции является структурирование городского освещения с целью повышения его эффективности.

Авторская концепция формирования искусственной световой среды города исходит из целеполагающих задач утилитарно-технологического и психо-эстетического характера, которые должны решаться на разных стадиях проектирования и в процессе реализации комплекса осветительных установок:

- создание комфортных, экологичных зрительных условий для пешеходов и водителей транспорта и, в целом, для жителей города;
- обеспечение архитектурно-художественной выразительности городских ансамблей и объектов для всех людей, чье внимание обращено на вечерний город;
- формирование в конечном итоге благоприятной «психологической атмосферы» в вечернем городе, главным образом — для пешеходов, основных и непосредственных «пользователей» создаваемой световой среды.

Концепция предусматривает, что эти общие задачи в конкретных градостроительных условиях трансформируются, приобретая индивидуальную окраску, отражающую особенности ситуации и творческое кредо авторов, архитекторов-светодизайнеров и инженеров-светотехников.

3.1. Электрический свет в городской среде

Обобщение накопленного материала показывает генезис и эволюцию искусственного освещения города и его объектов и формирование представлений о нем как о явлении, приведшем к качественно новому понятию — искусственной световой среде, социальная роль и эстетическая ценность которой динамично растут вместе с общецивилизационным прогрессом.

Необходимость освещения городских пространств и объектов в темное время суток, все более удовлетворяемая постоянно увеличивающимися электроэнергетическим и светотехническим производствами, вызвана прежде всего функциональными потребностями. Часы пик с ежегодно интенсифицирующимся транспортным и пешеходным движением в зимнее полугодие приходятся на темное время суток, что требует обеспечения хорошей видимости в пространстве, особенно при плохих погодных условиях. Из всех физических и экологических параметров городской среды совершенно изменяется при переходе от дня к ночи лишь один — световой, т.е. тот, который воспринимается глазом. В масштабе города, ансамбля это изменение нельзя считать даже негативом дневного образа (что можно допустить по отношению к фасадам некоторых зданий): окружающая среда зрительно почти исчезает или, при наличии фонарей на улице и света в окнах зданий, преображается до неузнаваемости. В темноте и при плохом освещении чрезвычайно затрудняется ориентация человека в городском пространстве. Из-за главенствующей роли зрения во взаимоотношениях человека с окружением первой потребностью в ночное время является создание необходимых условий освещения, которое исторически естественно развивалось вместе с формированием города как часть единого целого, от которого ничего нельзя отнять без ослабления всего комплекса. Появившись впервые в ряде городов Европы на постоянной основе в доэлектрическую эпоху еще в XVII веке (*см. п. 2.1*), освещение имело целью обеспечение безопасности жителей и охраны их имущества от грабителей и, отчасти, служило для украшения некоторых наиболее репрезентативных объектов — дворцов, храмов, монументов, богатых частных владений. Последнее назначение наружного освещения имело эстетический характер, с подчеркнутым вниманием к художественной стороне осветительной арматуры, которая решалась в таких случаях как органическая часть архитектурного, инженерного или скульптурного объекта — площади, здания, моста, ограды, памятника. Это — первый, эмпирический или синестезический этап освоения искусственного света в градостроительстве.

Появление автомобиля в начале электрической эпохи поставило вопрос об обеспечении безопасности транспортного движения в темное время суток, что положило начало длительному этапу утилитарного освещения дорожных покрытий, до сих пор господствующего в большинстве городов мира. Статистика свидетельствует, что оборудование улиц стационарным освещением снижает количество дорожно-транспортных происшествий на 30—40 %, а несчастных случаев со смертельным исходом — на 50 %. Кроме того, общее освещение городских территорий способствует сокращению в 1,5—3 раза уличной преступности и вандализма. Утилитарное освещение имеет целью создание относительно комфортных зрительных условий для водителей и пешеходов в пределах определенных зон и расстояний.

Параллельно, хотя в довоенный период скорее в виде исключения, чем правила, в некоторых городах ряда стран с 20-х годов XX века развивалась ветвь «штучного» архитектурного освещения фасадов достопримечательных объектов, продолжающая художественные традиции первого этапа. В проектах архитекторов — экспрессионистов, функционалистов и конструктивистов — эта ветвь, почти не получившая, к сожалению, широкого реального воплощения, была выражена весьма определенно и образно. Еще более полно она выразилась в эпизодических временных установках архитектурного освещения международных выставок-ярмарок [18, 69]. Графическая «подача» архитектурных проектов — светлое остекление с темными переплетами и стенами, иногда на фоне черного неба — вызывало впечатление яркого электрического света, бьющего из интерьеров и создающего образ современного здания.

В последние десятилетия в связи с непрерывным ростом технико-экономических возможностей, социального благосостояния и связанным с ними изменением творческого мировоззрения архитекторов и дизайнеров в области света созданы условия для перехода к четвертому этапу, предпосылки которого зафиксированы еще в рамках этапа архитектурного освещения — к комплексному формированию световой среды города и световой

архитектуры объектов, синтезирующему на новом качественном уровне результаты предыдущих этапов развития городского освещения.

Таким образом, функции наружного освещения не ограничиваются утилитарными задачами: оно должно быть также экологически и эстетически полноценным, способствовать формированию в городе благоприятной психологической атмосферы. По существу, речь идет о создании по законам целесообразности, гармонии и красоты особого типа организации архитектурной среды в темное время суток, обладающей зрительно-экологическим комфортом и ярко выраженной визуально-художественной спецификой. Последняя проявляется в том, что, в отличие от дневного времени, воспринимаемые параметры этой среды проектируются и управляются человеком через искусственное освещение и оцениваются им через зрение и зрительное поведение в нестабильных условиях низких уровней адаптации. Свет здесь — не только необходимое условие визуального восприятия, он — одно из основных формообразующих средств, участвующих в создании утилитарных ценностей и эффективно продуцирующих, при относительно малых затратах, ценности эстетические. «Красота имеет способ бытия света», — еще в древности сформулировал Платон. «Свет рождает форму, форма рождает чувство» — метафорически и более современно сказал Ле Корбюзье. Способность света выявлять и в широких пределах оптически трансформировать архитектурную форму, обеспечивать быструю модификацию облика воспринимаемой зрением среды в соответствии с ритмами жизни города, с требованиями изменяющейся действительности и содействовать решению функциональных, экологических, эстетических и социальных проблем делает его **важным градостроительным фактором и незаменимым архитектурным материалом**.

Следовательно, объективно неизбежное повышение роли искусственного света в формировании городской среды связано с практическими потребностями и задачами художественной выразительности архитектуры в вечернее время — в дополнение к дневному. В соответствии с этим функции искусственного света можно условно разделить на **утилитарные** и **эстетические**. Первые определяются технологией происходящих в данной среде функциональных процессов, вторые — их психологической направленностью, т.е. восприятием архитектурной среды человеком в условиях его непосредственного участия в этих процессах. Оно подразумевает решение композиционных задач, от которых зависят образные качества и «психологический климат» в вечернем городе.

Утилитарные требования к освещению могут быть достаточно точно определены гигиенистами и психологами по характеру зрительной работы в конкретном городском пространстве, они доступны расчету и объективному контролю и реализуются путем регламентации и проектного обеспечения светотехнических параметров. Поскольку основные функциональные процессы в городе имеют определенную планировочно-пространственную локализацию, зрительная задача специфична для каждой зоны и каждого типа пространства. Освещение должно способствовать ее эффективному решению, в том числе образному выражению характера архитектурного пространства.

К утилитарным функциям городского освещения, наряду с созданием необходимой видимости для безопасного движения пешеходов и транспорта с определенной скоростью и интенсивностью, можно отнести и более широкое понятие зрительного комфорта, при котором обеспечивается свободная ориентация водителей и пешеходов в городском пространстве, исключаются ослепление, световой дискомфорт и другие нежелательные воздействия осветительных систем при восприятии окружающей среды, в том числе для людей, находящихся в помещениях или в транспорте. Более современным и объемлющим является понятие зрительной или визуальной экологии (видеоэкологии по В.А. Филину) [40], требующей не только гигиенически приемлемых для глаз условий освещения, определяемых, в частности, нормируемыми фотометрическими параметрами, но и исключения или нейтрализации характерной для ночного города гомогенности и (или) агрессивности видимой среды, что тесно связано с ее светокомпозиционными характеристиками. Гомогенные зрительные поля со скудным, однообразным, примитивным светоцветовым рисунком характерны для большинства улиц и дорог в районах массовой и окраинной застройки, промзон и даже зеленых массивов. Зрительная агрессивность вечерней световой среды выражается в хаосе светящих элементов и реклам, нередко цветодинамических

и слепящих, характерном ныне для многих магистральных улиц и центральных площадей наших городов.

К экологическим параметрам можно отнести и известное медицинской науке лечебное действие свето—цвета, улучшающее самочувствие человека и используемое в свето- и цветотерапии. В условиях городской среды его возможности пока не исследованы.

Утилитарные функции света, обеспечивающие благоприятные зрительные условия в плане физиологическом, являются первичным и необходимым, но недостаточным качественным уровнем для достижения художественной выразительности городской среды. Тем не менее на практике этот уровень, во многом предопределяющий психологическую реакцию человека на освещение и, в целом, на световую среду, далеко не везде еще достигнут.

Эстетические функции освещения связаны с решением светокомпозиционных задач по обеспечению художественной выразительности и созданию необходимой психологической атмосферы. Результат этого решения зависит не столько от величин фотометрических характеристик, сколько от степени гармонизации свето-цветовых и архитектурно-градостроительных параметров среды по законам искусства, во многом еще не исследованным в данной области.

Функции, экология и эстетика освещения тесно взаимосвязаны и не могут решаться раздельно без ущерба для конечного результата. Это вытекает из природы зрения, посредством которого главным образом человек и познает окружающий мир, взаимодействует с ним, чутко реагируя не только на световой комфорт в нем, но и на видимую красоту этого мира.

В силу эволюционно-биологических причин в основе привычных зрительных ощущений от окружающей среды лежат ассоциации, выработанные природным освещением. Искусственная световая среда города, близкие аналоги которой в природе отсутствуют, всегда производит своеобразный эффект. Тем не менее некоторые ассоциативные образы дневного освещения, например, его солнечность или пасмурность, мажорность или минорность, могут быть использованы при оценке реальных ситуаций освещения и при разработке проектов, включающих прогностическое моделирование эмоциональной реакции на освещение.

«Сверхзадачей» творческой деятельности зодчего, дизайнера, ландшафтного архитектора по формированию архитектурной среды является создание объектов и ансамблей, обладающих образной выразительностью. Эта среда — объективная основа ее архитектурного образа, складывающегося в человеческом сознании преимущественно на основе зрительной информации от световой среды (*рис. 34*), которая должна рассматриваться сегодня в диалектическом единстве двух ее составляющих — дневной и вечерней (естественной и искусственной). Под их воздействием в сознании человека формируются дневной и вечерний образы окружающей среды, что коррелирует с современным содержанием термина «световая архитектура» [18]. Каждый из образов имеет свою специфику и обладает определенной самоценностью, причем дневной образ объекта, ансамбля, фрагмента городской среды или города в целом традиционно разумеется во всех проектно-практических и архитектуроведческих оценочно-теоретических работах, в отличие от вечернего, для которого решающее значение имеет искусственный свет — эффективное и управляемое средство совершенствования качества среды при относительной константности архитектурно-градостроительной первоосновы. Системы искусственного освещения и их элементы становятся все более существенной частью материальной структуры зданий, сооружений, ансамблей, поскольку они непосредственно связаны с декором фасадов, с решением дорожных покрытий, с благоустройством городских территорий, с организацией архитектурных пространств в транспортных и пешеходных зонах и функциональных процессов в них в темное время суток.

Для утверждения решающей роли искусственного освещения в оптическом формировании и всевозможных визуальных трансформациях архитектурной формы — пространства, объема, пластики, цвета — в условиях ночного города, в создании и оценке зрительно-световых образов концепцией предусматривается модификация профессиональной терминологии, при которой ключевое слово «свет» предшествует основным традиционным понятиям. Так, появились термины «светопространство», «светоформа», «светопластика», «светокомпозиционные приемы», «светоцветовое зонирование», «светопланировочная структура», «масштабная светомодулировка» и т.п. Многие из них могут рассматриваться как временные, конъюнктурные,

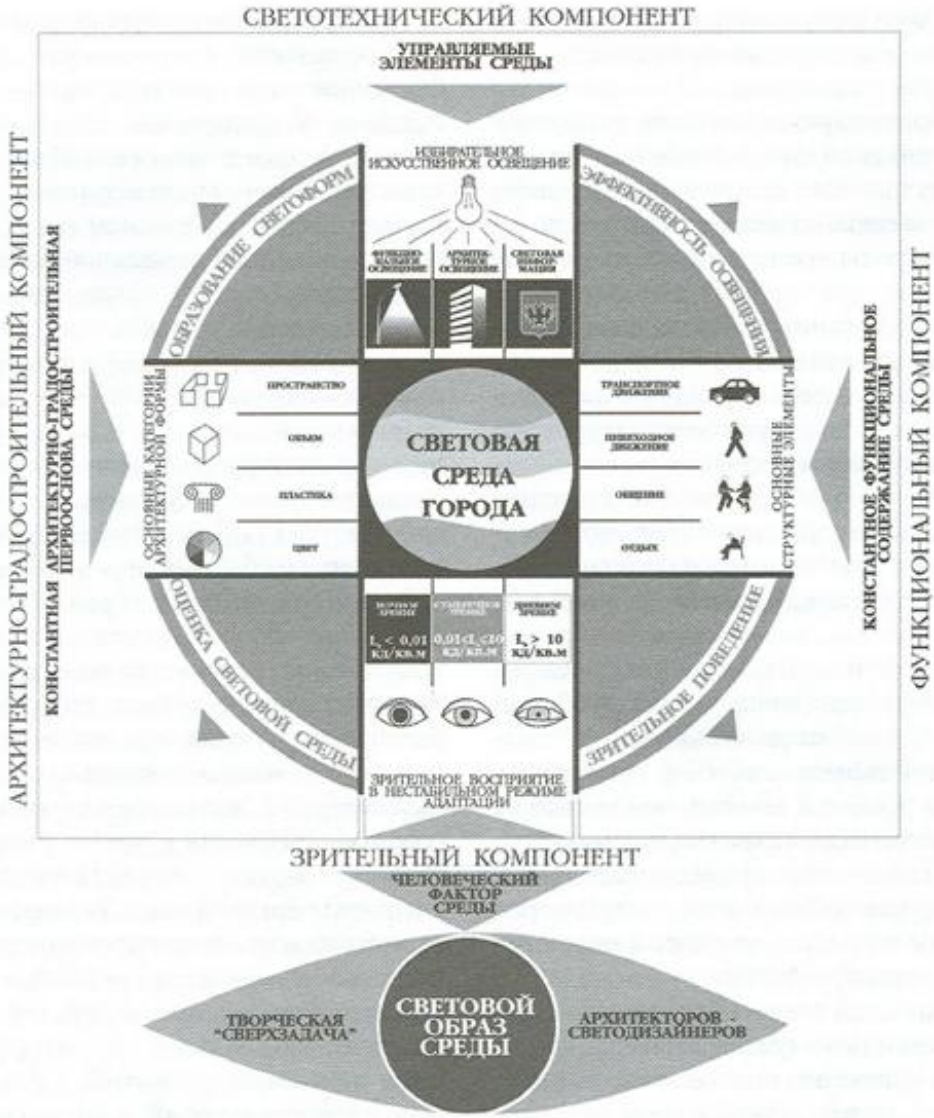


Рис. 34. Основные компоненты формирования искусственной световой среды в селитебной зоне города

действующие до поры, пока в мировоззрении, в творческом методе архитектора, дизайнера искусственный свет не станет полноправным, «рабочим» материалом в создании архитектурных образов, а световая среда — объектом профессионального проектирования.

3.2. Основные компоненты искусственной световой среды города

При формировании вечерней световой среды города функциональный, экологический, художественный и социально-экономический эффекты освещения зависят от качества и взаимодействия различных осветительных установок, сосуществующих и одновременно действующих в городском пространстве, во-первых, между собой, во-вторых, с урбанистической основой среды при «оценочно-потребительском» участии человека. Это качество может быть достигнуто с помощью определенной светокомпозиционной системы и методологии проектирования, разработанных с использованием традиционных средств и принципов гармонизации архитектурно-градостроительной формы, а также широких возможностей ее зрительной трансформации средствами искусственного освещения с учетом специфических особенностей, объективно существующих в вечернем городе.

Для исследования этих особенностей, раскрывающих суть понятия «искусственная световая среда города», а также содержания проектных за-

дач и методологии их решения, можно выделить четыре основные компонента среды, отраженные в условной схеме их взаимодействия (*см. рис. 34*): **архитектурно-градостроительный, функциональный, светотехнический** и **зрительный**.

Два первых — архитектурно-градостроительный и функциональный — представляют **константную урбанистическую основу среды**, два других — светотехнический и зрительный — **изменяющиеся факторы**, которые и вносят специфику, отличающую искусственную световую среду от дневной: это — системы искусственного освещения, которые модифицируются во времени гораздо быстрее, чем константная объемно-пространственная структура среды и протекающие в ней функциональные процессы, и обладают, кроме того, характерной кинетикой, светораспределением и спектром и это — **присутствие человека**, без которого понятие «среда» и ее зрительные оценки в условиях нестабильной (ночной—сумеречной—дневной) адаптации теряют смысл.

Архитектурно-градостроительный компонент является материально-пространственной первоосновой любой свето-цветокомпозиционной системы, сохраняющейся и в ночных условиях. Его специфика обусловлена, во-первых, тем, что в каждом городе эта первооснова имеет свои особенности — структурно-планировочные, историко-культурные, архитектурно-стилевые, ландшафтно-климатические. Во-вторых, тем, что в темное время суток освещаются не все территории, пространства и объекты города как днем, а лишь функционально используемые или композиционно необходимые их фрагменты.

При искусственном освещении эти градостроительные особенности могут получить различную визуальную интерпретацию. Акцент в масштабе города или его центра, планировочной зоны или района может быть сделан, например, на выявлении освещением структуроформирующих систем магистралей, общественных центров и озеленения (по И.М. Смоляру) или на светофункциональном зонировании, на визуализации той или иной системы ориентации в городе — линейно-осевой, основанной на объемных ориентирах, или на особых пространственных впечатлениях (по А.В. Иконникову) [25], имеющейся в реальной планировочной ситуации или создаваемой светом в вечернем городе. Световую композицию в определенной степени можно увязать с колористической системой (например, по А.В. Ефимову) [22], если она есть или предусматривается, или с морфологией застройки города (*см. п. 4.2.*). Искусственное освещение, осуществленное с учетом ассоциаций с естественным, может отличать северные города от южных — ведь контрасты, цветность и кинетика дневного света, колорит пейзажа и архитектуры в этих регионах различны. Горы, холмы и акватории могут использоваться как выразительный ландшафтный лейтмотив или объединяющий фон в формировании световых ансамблей и светопанорам. «Возраст» города в целом или контраст его исторического центра и современных окраин, насыщенность достопримечательными объектами или его функциональная «специализация» (столица, порт, курорт, город науки) в той или иной мере могут образно отражаться выбором соответствующих светокомпозиционных приемов и светотехнических средств, получая свое, характерное зрительное «звучание». В любом случае в основе общего концептуального светоурбаничтического решения, которое необходимо в любом стратегическом планировании, должна быть определенная система взаимосвязанных задач, принципов и критериев и определенный системный подход к их решению, воплощенный в методике проектирования.

Как показал проведенный анализ мирового опыта в этой области, в реальных условиях господствуют спонтанно сложившиеся светокомпозиционные системы, в той или иной мере пассивно, фрагментарно или эклектично отражающие особенности планировочной структуры, наличие доминант и сложившихся архитектурных ансамблей, достопримечательных ландшафтных элементов. Н.М. Гусев и В.Г. Макаревич в начале 70-х годов XX века сформулировали четыре направления использования художественного света в градостроительстве: выявление освещением планировочной структуры города (Вена); решение средствами света пространственной структуры главных архитектурных ансамблей (Париж); применение света в качестве гида, выявляющего и объединяющего архитектурные памятники на фоне визуально неорганизованного окружения (Рим); акцентирование светом общественно-политического и (или) делового центра города в контрасте с темными окраинами (Вашингтон) [18].

Иные градостроительные классификации по существующему состоянию городской среды в городах и проектные предложения в этой области появились позже (*см. п. 4.1*).

В данном учебном пособии сложная архитектурно-градостроительная форма в методических целях подразделяется на основные категории — пространство, объем, пластика, цвет — для детального анализа особенностей их взаимодействия с искусственным освещением (*см. рис. 34*).

Функциональный компонент отражает константное содержание среды, практически не изменяющееся при переходе от дня к ночи, и обозначает в этой системе различное назначение участков и объектов городской среды. Его специфика характеризуется фактом дискретного, дифференцированного по количественным и качественным параметрам освещения используемых вечером городских территорий, пространств и объектов, рассчитанного на зрительное восприятие людей, находящихся непосредственно в городской среде, т.е. пешеходов, и в закрытых микропространствах транспортных средств (водителей и пассажиров). Интересы людей, наблюдающих ночной город из интерьеров зданий, учитываются пока в минимальной степени.

Люди в транспорте и пешеходы перемещаются в пространстве города с разной скоростью, имеют разные условия зрительной адаптации, разный контакт с окружением, разные поведенческие намерения, возможности и действия. Исходя из этого создаваемые светопространства подразделяются на два основных вида — **транспортные** и **пешеходные**.

В транспортных светопространствах, имеющих четкие функции и очертания, главной задачей является обеспечение необходимой видимости для водителей на проезжей части улиц, дорог, набережных и площадей, транспортных перекрестков и развязок при расчетной скорости и интенсивности движения транспорта. К транспортным пространствам относятся и открытые автостоянки со своим режимом освещения. Эта задача решается созданием системы утилитарных светопространств с помощью установок функционального уличного освещения. Требования к ним наиболее хорошо изучены, а параметры регламентируются национальными и международными нормами, стандартами и рекомендациями, в России — на основе иерархической классификации магистралей, улиц и площадей по СНиП (категории А—Б—В, соответственно, городского, районного и местного значений). Сопутствующие задачи освещения в транспортных зонах —улучшение ориентации в пространстве и эстетика окружающего ночного пейзажа (для водителей и пассажиров) — решаются пока косвенно, в основном, установками архитектурного освещения и световой информации.

Пешеходные светопространства с более сложной структурой функций и объемно-планировочных решений имеет смысл рассматривать более подробно для того, чтобы вернуть фактически утраченный в вечернее время приоритет в обустройстве городской среды в ее качественной содержательности пешеходу, сфокусировать проблемы освещения в обитаемых и в массовом количестве используемых человеком зонах городского пространства, чтобы, по меньшей мере, уравнять в правах, в уделяемом внимании и ресурсах освещение для нужд транспорта и для нужд пешеходов, чего практически нет в действительности. Для реализации идей экологического, «гуманистического» освещения предусматривается вторичное, внутривидовое разделение всех городских пешеходных пространств на три типа — **общения, движения** и **отдыха**. За главные признаки этой классификации приняты их функциональное назначение, характер зрительного восприятия и поведения людей, непосредственно пребывающих в этих пространствах. Похожую систему использовал в 70-х годах прошлого века швейцарский архитектор Ф. Хайгл [53] при разработке своей методики пространственного формирования городских объектов в дневное время при помощи цвета.

Светопространства общения — наиболее важные в смысловом и композиционном отношениях освещаемые пешеходные участки города в структуре его общественных центров и предприятий обслуживания разного иерархического ранга. По характеру поведения людей, посещающих эти объекты с определенными практическими целями, светопространства общения занимают узловое положение между линейными, динамичными светопространствами движения и дискретными, статичными светопространствами отдыха. Это среда, в которой осуществляются индивидуальные и групповые контакты, т.е. наиболее эффективное социальное общение, и которой свойствен внутренний динамизм функциональных процессов и смысловая значительность, как правило, отражающиеся в архитектурных формах. Она имеет определенную локализацию в городском пространстве и развитые композиционные связи с окружением. Важное значение в этой среде придается содержательности и форме визуаль-

ной информации и эстетике формирующих ее элементов. В ней зрительно важна трехмерность архитектурно-пространственной формы, которая в темное время достигается освещением, выявляющим пластическую, фактурную и цветовую обработку как горизонтальных (поверхность земли, «планшет», по В.Т. Шимко) [43], так и вертикальных («ограничения» — фасады зданий, сооружений, зеленые насаждения) поверхностей.

Светопространства движения — это освещаемые пешеходные пути, часть системы городских коммуникаций, играющих основную роль в жизни города, в восприятии его в пространстве и времени, в формировании целостного образа. Как и транспортные светопространства, они имеют линейный, технологичный характер, но человеческий масштаб, и являются частью городского пространственно-планировочного «каркаса». В большинстве случаев они сосуществуют параллельно с транспортными светопространствами в виде тротуаров на улицах и площадях, поэтому их световая и визуальная «автономизация» и «персонификация» имеют большое значение для гуманизации среды «человека в городе». Для находящихся в их пределах пешеходов весьма существенна видимость на определенных расстояниях, оценка этих расстояний в глубину, особенно в «приземном», «обитаемом» слое пространства, а также по ходу движения, общая ориентация в пространстве и связанное с ними чувство безопасности. Здесь более широко, чем в других типах пространства, применяется «неархитектурная» визуальная информация в виде световых указателей, табло, знаков, символов.

Социальное и функциональное назначение **светопространств отдыха** (освещаемых локальных участков в рекреационных зонах, на озелененных территориях, в жилых дворах) — создание в их пределах зрительных условий, обеспечивающих свободное, преимущественно индивидуальное, общение между людьми и непосредственные контакты с природой. Необходимые для отдыха визуальная изолированность от окружения и благоприятная психологическая атмосфера могут быть созданы вечером оптически — решением освещения с камерным масштабом дискретных светопространств и декоративной живописностью статичной по характеру ландшафтно-световой композиции. Чтобы нейтрализовать инстинктивное чувство боязни окружающей темноты, необходимо предусматривать визуальную связь соседних светопространств отдыха или осуществлять их «перетекание» в светопространства общения и (или) движения.

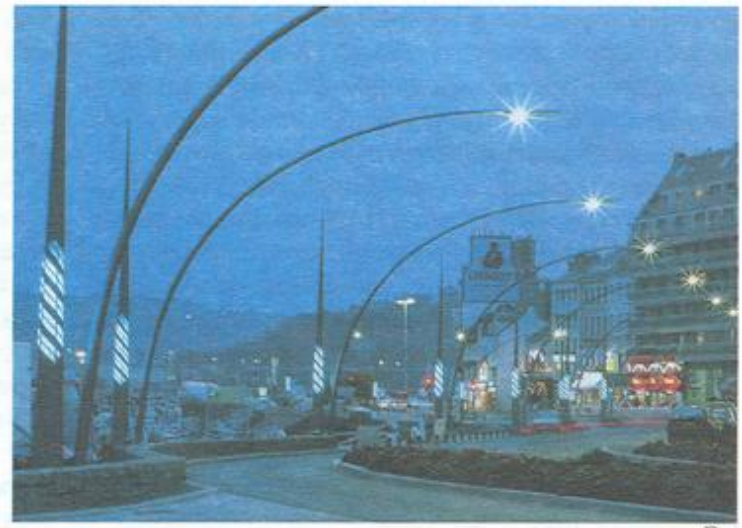
Эти три типа светопространств, в реальных ситуациях с условными визуальными границами, являются в излагаемой здесь концепции светового дизайна городской среды основными структурными элементами сложного городского светопространства в селитебной зоне.

Светотехнический компонент рассматриваемой среды относится к ее управляемым элементам (*см. рис. 3.4*). По сравнению с константной урбанистической первоосновой он более мобилен, изменяем во времени, в пространстве и по спектру. Его присутствие в городе определяется существующим и непрерывно растущим уровнем развития энергетики и светотехнической науки, производством электротехнической продукции и общественным спросом на визуальный комфорт.

Специфика искусственной световой среды связана с избирательностью пространств и объектов освещения и особенностями осветительных систем. Она наглядно обнаруживается при сравнении ее с дневной средой. Освещаемые пространства в ночном городе (светопространства) дискретны, тьма (физическое трехмерное пространство) — непрерывна. Днем материальный мир планеты Земля погружен в мир космического (солнечного) света, физическое пространство и светопространство (световое поле) — синонимы, они непрерывны и в зрительном восприятии неразрывны. В ночном городе, особенно в безлунные ночи, господствует космическая тьма, при которой существует явное противоречие между «вижу» и «знаю» («помню»), поэтому все окружение воспринимается драматичнее. Сложная структура искусственно создаваемого электрическими источниками светового поля не имеет аналогов в природе. Оно характеризуется общим низким уровнем освещенности (или светонасыщенности) пространства при наличии в поле зрения того или иного количества источников света разных угловых размеров с различной, в том числе чрезмерной, яркостью, с высокими контрастностью и неоднородностью освещения, с разнообразным направлением световых потоков разной интенсивности и цветности излучения, сложным тенеобразованием и стихийной светодинамикой. Распределение яркостей в поле зрения является решающим фактором визуального восприятия. Небо, почти всегда чуть ли не самый темный элемент видимой среды, занимает нередко бóльшую часть поля зрения, что в итоге и определяет слож-

А

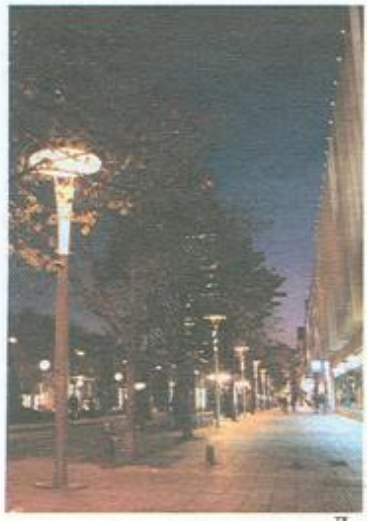
Б



В

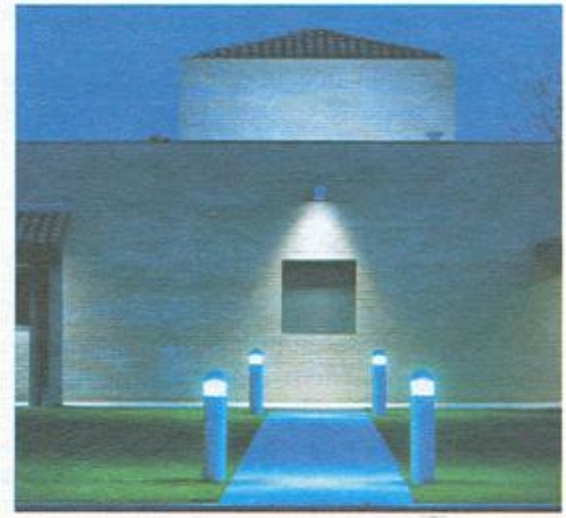
Г

И



Д

Е



К

Рис. 3.1. Системы функционального освещения в транспортных и пешеходных пространствах: А, Б — высокомачтовая, В — обычная (Я. Керсале, Шербург) и Г — парапетная — в транспортных зонах; Д — торшеры (Р. Нарбони, Нант), Е — бра (Д.Н. Щепетков, МАрхИ) — обычная, К — газонная и И — встроенная — в пешеходных зонах

ные, нестабильные условия адаптации глаза при постоянном визуальном поиске объектов различения. Вместо господствующих днем позитивных силуэтных кадров с отрицательным контрастом (темные объекты на светлом фоне неба) вечером освещением создаются негативные положительные контрасты (светлые объекты на темном фоне). Разноспектральный свет усиливает неоднородность световой среды, а в случаях хроматического излучения источников с плохой цветопередачей, например, широко применяемых натриевых ламп, наоборот, делает ее зрительно гомогенной.

Светоцветовая среда в городе формируется системами осветительных установок, которые методологически можно разделить на две основные группы по принципу глобального распределения световых потоков в городском пространстве: **установки освещения территории** (т.е. условно горизонтальной поверхности земли) и **установки освещения объектов** (т.е. условно вертикальных фасадных поверхностей).

Господствующие в любом городе стационарные установки первой группы являются установками общего **функционального освещения** дорожных покрытий в транспортных и пешеходных зонах. Они должны обеспечивать возможность использования определенных участков городских территорий по их назначению вечером и ночью. Они же, в основном, «наполняют» светом городскую среду в ее нижней, «приземной» зоне, формируя утилитарные светопространства улиц, площадей, парковых аллей, жилых дворов и участвуя одновременно в комплексной оптической организации архитектурных светопространств в городских ансамблях.

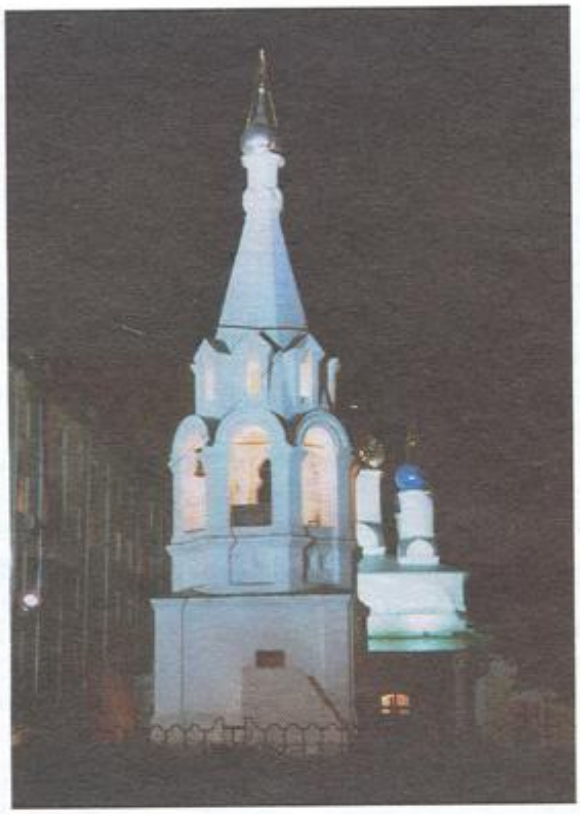
Установки второй группы подразделяются на две подгруппы: **наружного архитектурного освещения** (фасадов зданий, сооружений, деревьев) и **световой информации и рекламы**. Они служат основными средствами создания образных характеристик среды и формирования архитектурных светопространств, хотя их доля в «наполнении» светом пространственной среды, как правило, вспомогательна.

В каждой группе установок существует определенный набор приемов освещения, которые выступают в роли первичных светокомпозиционных средств, образующих вместе с элементарными светопространствами своеобразную «азбуку» и «словарь» — основу «языка» световой архитектуры.

Установки функционального освещения территории выполняются в виде высокомачтовых, обычных, газонных, парапетных и встроенных систем с осветительными приборами преимущественно прямого света с ограниченным светораспределением (*рис. 3.1*). Высокомачтовая система освещения с мощными световыми приборами на опорах высотой 20—60 м применяется на крупных транспортных развязках, паркингах, магистралях и площадях и является заметным как днем, так и, особенно, ночью инженерным сооружением в городе, способным выполнять роль световой доминанты. Это обстоятельство пока практически не используется урбанистами как действенный композиционный фактор. Между тем в истории уличного освещения у нее были интереснейшие ранние аналоги.

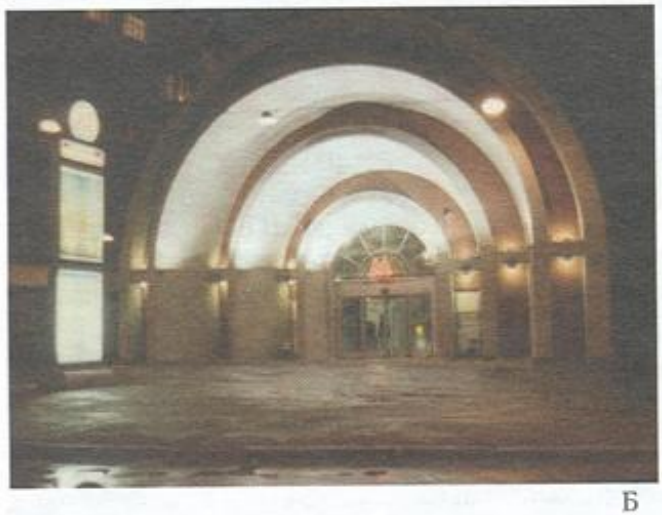
Обычная система имеет несколько модификаций с установкой осветительных приборов на опорах, подвесах и на стенах (в виде светильников-бра на кронштейнах) на высоте 3—6 м в пешеходных и 8—13 м в транспортных зонах.

Газонные светильники высотой 0,2—1,6 м применяются в общественно-пешеходных и рекреационных зонах. Их разновидностью являются «разметочные» осветительные приборы, встраиваемые в дорожные покрытия на проезжих частях улиц и площадей, на автостоянках, на газонах и в пешеходных зонах. Парапетная система используется на многоуровневых развязках, на путепроводах, транспортных и пешеходных мостах и эстакадах. В последнее время в Москве получают распространение двухсторонние светящие парапеты с рекламой, устанавливаемые по краю тротуара и выполняющие несколько функций — ограждения, световой информации и малой архитектурной формы. Системы светильников, встроенных в элементы благоустройства, малые формы, цоколи зданий и сооружений, предназначенные для местного освещения дорожных покрытий, лестниц, пандусов, цветников, газонов, водоемов, характерны для пешеходных пространств и ландшафтных композиций [46]. Эти системы и их комбинации позволяют формировать разный масштаб элементарных и утилитарных светопространств — от простого по структуре микропространства в зоне цветника с невысокими газонными светильниками или детской площадки с удачно поставленным торшером до мезопространства обширной площади с высокомачтовой установкой. Масштаб сложноструктурированного светового



А

В



Б

Г

Д

Рис. 3.2. Системы архитектурного освещения фасадов: А — заливающее освещение (церковь Федора Студита у Никитских ворот в Москве, светодизайн — Н.И. Щепетков); Б — локальное освещение (вестибюль метро «Красные ворота» — Н.И. Щепетков); В — светящие фасады здания Сони-центра на Потсдамер-плац в Берлине (Я. Керсале); Г — «световая графика» сетки на куполе общественного сооружения; Д — «световая живопись» проекционным способом на стенах замка Блуа во Франции во время спектаклей «Звук и Свет»

макропространства всего города создается комплексом световых микро- и мезопространств.

Стационарные или временные **установки наружного архитектурного освещения объектов** предназначены для «извлечения» из темноты и образной интерпретации формирующих и заполняющих городскую среду зданий, сооружений, малых форм, зеленых насаждений, элементов ландшафта, для создания световых ансамблей. Эти установки выполняются в виде систем заливающего или локального света, светящихся поверхностей, «световой графики», «световой живописи» или их разнообразных сочетаний (*рис. 3.2*).

Наиболее традиционным и до недавних пор наиболее широко применявшимся, главным образом на памятниках архитектуры и репрезентативных объектах, был прием **заливающего прожекторного освещения фасадов** (общего равномерного или общего локализованного), художественный потенциал которого к настоящему времени значительно исчерпан.

Господствующий ныне в мировой, российской и, в частности, московской практике прием **локального освещения** фасадов и их элементов относительно небольшими приборами, устанавливаемыми на освещаемом объекте, применяется как на исторических, так и на современных зданиях и сооружениях. Он дает характерный пятнистый световой рисунок, в той или иной мере визуально деформирующий архитектурную форму.

Широкое применение стекла и светопропускающих пластмасс в строительстве привело к функционально оправданному и художественно убедительному использованию проходящего через остекление интерьерного света и рождению приема **светящихся фасадов**, с которыми связаны представления о современной архитектуре как «архитектуре света» [26]. Он нередко превращает дневной позитив в ночной негатив и придает новые визуальные качества тектоническому, цветовому и пластическому облику сооружения за счет выявления его внутренней структуры и процессов, происходящих в освещенном интерьере и невидимых с улицы днем. Форма, размер и расположение светящихся поверхностей зависят от программирования внутреннего (или межстекольного) освещения, от наличия специальных затеняющих устройств, способных создать на фасаде определенный светоцветовой рисунок.

Прием **«световая графика»** относится как к системам освещения зданий, так и к световой информации. В первом случае — контурное освещение, применяющееся, в основном, как вид праздничного оформления городов, и современные приемы группировки линейных и точечных светильников, образующих светографический рисунок на фасаде в виде светящих линий, пунктиров, точек. С появлением в последние годы компактных приборов прожекторного типа со специальными оптическими системами, дающими узкие пучки света, стало возможным создание на фасадах светографического рисунка в виде различных одноцветных или полихромных орнаментов. Аналогично воспринимается свет лазерного луча, отражаемый фасадными стенами, на которые он направляется, или «проявляемый» мутной пространственной средой (туман, дым, водяная пыль), в которой с его помощью можно «рисовать» трехмерные светографические композиции, статические или анимационные. Во втором случае — это светоинформационные и светорекламные установки в виде панно, надписей, символов, фирменных логотипов.

Прием **«световая живопись»** — это прежде всего светоцветовые проекции, которые наиболее эффективно применяются в спектаклях *«Son et Lumière»* («Звук и Свет») и в крупных зрелищных, как правило, разовых шоу, например, фестивалях света. К этому приему можно отнести также игру цветного света на фасадах, облицованных светорассеивающими панелями, за которыми скрыты цветные источники света, или выполненных в виде телеэкранов и светодиодных панно, создающих статические или динамические живописно-световые картины, которые находят все более широкое применение в рекламных и информационных целях с использованием новейших светотехнических изделий. Лазерная техника уже предлагает, пока в масштабе небольших изделий, реализацию трехмерной «лазерной живописи» в твердых прозрачных средах, например, в стекле.

Светоинформационные и **светорекламные установки** — традиционный и множащийся в наших городах элемент визуально-информационных, коммуникационных и коммерческих систем и, в то же время, наиболее мобильный и изменчивый элемент систем городского освещения. В них, как в миниатюре, используется тот же «словарь» светотехнических средств и приемов, что и в установках архитектурного освещения. В эту группу установок могут быть отнесены по своему назначению и освещенные витрины на первых этажах торговых учреждений, хотя композиционно они

неразрывно и органично связаны с архитектурой всего фасада.

В дневное время многие установки функционального освещения и световой информации играют в городской среде роль малых светоформ и дизайнерских элементов свето-масштабно-ритмического членения пространств.

В светотехнической науке в последнее время становится все более популярной проблема: «как манипулировать деталями световой среды с точки зрения дизайна так, чтобы оптимизировать такие человеческие реакции как удовольствие, хорошее самочувствие, ощущения комфортности, красоты и т.д.». Задачу не решить, если оперировать «сознанием освещения, но не сознанием восприятия света... Последнее заключает в себя больше, чем количество света и освещенность...» (Л.Р. Рончи).

Зрительный компонент символизирует значимость человеческого фактора в понятии городской среды (*см. рис. 34*). Практически он является ключевым в данной схеме, поскольку объединяет три другие и связывает их с человеком. Человек предстает, с одной стороны, как переменный, но обязательный, безусловный объект среды, участвующий в формировании ее облика, с другой и одновременно — как субъект, оценивающий ее качества через зрительное восприятие. «Прямое восприятие человеком своего окружения должно быть главным критерием его ценности», — считает К. Линч [28]. Специфика этого восприятия определяется иными, более сложными, чем днем, условиями работы глаза: снижением всех функций зрения в нестабильном, а потому относительно дискомфортном и неэкологичном режиме ночного—сумеречного—дневного зрения при высоких яркостных и цветовых контрастах и, во многих случаях, слепящем действии видимых источников света и светящих элементов, при не всегда сгармонизированном по цветности и динамике разноспектральном свете. Негативное впечатление от световой среды усиливается в ситуациях с визуальным хаосом, создаваемым разнородными осветительными установками, при возникновении у пешехода, особенно со слабым зрением, непривычных иллюзий, вызывающих предчувствие агрессии и усиливающихся от атавистической боязни темноты или криминогенности современного окружения. Дополнительные психологические нагрузки возникают у пешеходов от затруднений в ориентации в городском пространстве при недостатке световой информации или от повышенной вероятности дорожно-транспортных происшествий. Многие из этих ощущений отсутствуют в дневное время у тех же людей в той же ситуации.

Главное же отличие зрительного восприятия окружающей среды днем и ночью в том, что при искусственном освещении резко сокращается «бассейн видимости» (по З.Н. Яргиной) [49], ибо глаз замечает только фрагментарно, выборочно и в большинстве своем случайно освещенные пространства и объекты, главным образом в «приземном» слое. Радикально изменяются зоны композиционного влияния элементов архитектурной и ландшафтной среды, их взаимосвязи, количество и визуальные качества. Пространство как бы теряет свою физическую непрерывность и «перетекаемость», а видимые границы образующихся дискретных светопространств весьма эфемерны.

Исследований, дающих прямые ответы на вопросы, связанные с вышеуказанными особенностями зрительного восприятия в реальной ночной среде города, сегодня явно недостаточно для точных оценок и прогнозирования параметров освещения пространств и объектов, в особенности параметров художественно-композиционных, и они весьма фрагментарны, поэтому многие выводы и рекомендации в этой области строятся на косвенных данных, полученных аналитически или эмпирически в лабораторных и натурных условиях.

Давно известно, что человек получает 85 % всей смысловой информации об окружающем мире через зрение. На зрительный процесс он расходует 25 % своего общего энергетического бюджета. Освещение является важнейшей частью функционально-биологической среды, а роль искусственного освещения в общем балансе зрительного бодрствования современного человека неуклонно возрастает. Освещение обеспечивает не только зрительный процесс, но и регулирует функционирование многих органов и образ действия человеческого организма. Гармоничное освещение, в том числе его естественная цветность, обеспечивают не только сиюминутное хорошее самочувствие, но также обуславливают зрительное здоровое существование. Это должно стать фундаментальным требованием к освещению в зонах массового пешеходного движения и общения.

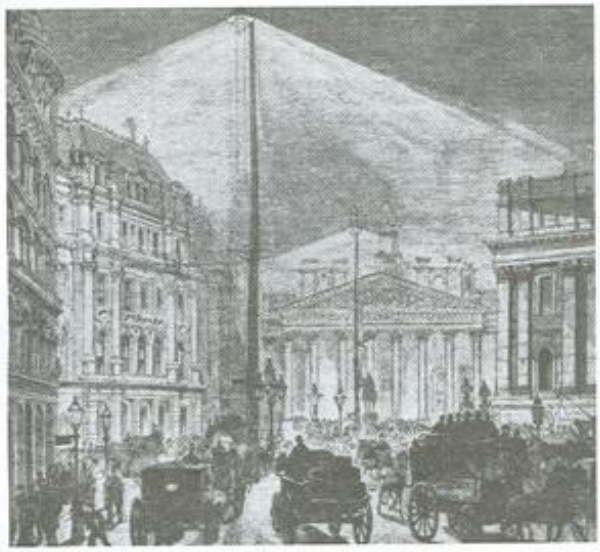
Визуальное восприятие окружающего мира складывается из элементарных ощущений, лежащих в основе зрения, — субъективного восприятия света, излучаемого или отражаемого внешними

предметами (ощущение яркости, направления, контраста, спектрального состава света), и сложных воспринимаемых признаков окружающей материальной среды — субъективного восприятия самих предметов (их формы, размеров, удаленности, движения и т.д.). Это предложенное психологами условное деление на уровни элементарных ощущений и сложных восприятий предметов помогает определить сигнальную значимость различных элементов световой среды, т.е. те факторы, которые в первую очередь привлекают внимание человека.

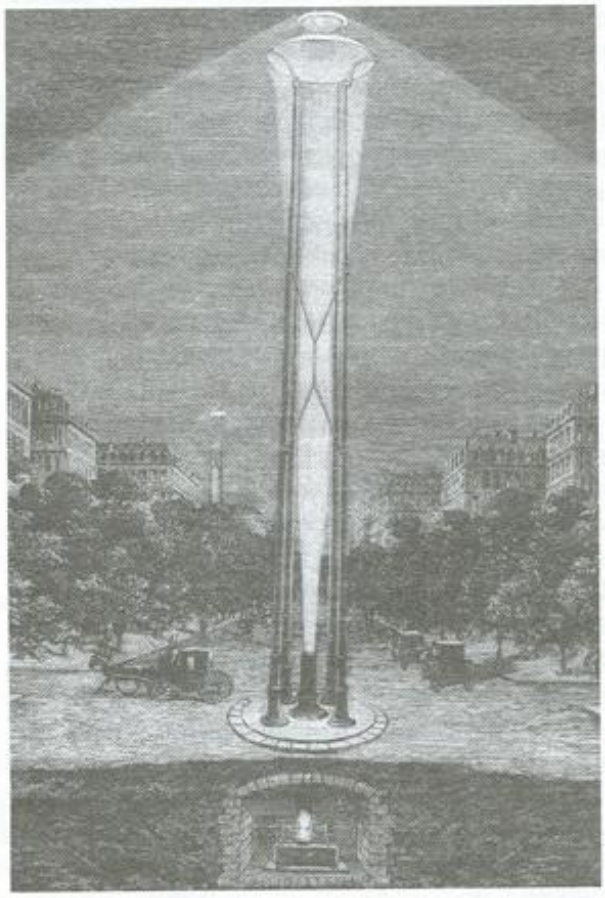
В реальных условиях глаз реагирует прежде всего на яркость, на цвет и на их контрасты, без которых зрительная ориентация в пространстве невозможна. Глаз «охотится» за контрастами, выделяет наиболее контрастные участки поля зрения, подчеркивает границы перепада яркостей [13] или изменения цветности. Различение этих границ — это выделение контуров, т.е. переход от элементарных ощущений к восприятию сложных признаков, в частности, к восприятию формы. Вот почему контур, силуэт объектов и застройки считается наиболее важным и информативным элементом градостроительной композиции. Наше поведение, особенно последовательность непроизвольного восприятия окружающей среды, определяется свойством зрения фиксировать яркостные и цветовые контрасты, что может быть использовано при разработке световой композиции для программирования движения пешехода и характера его впечатлений.

Физиологические возможности зрения, влияющие на восприятие, ограничены уровнем функций зрения и условиями световой среды [31—33]. Благоприятные условия видимости и различимости объектов (две стадии зрительного восприятия) зависят, в основном, от трех факторов — их цветовой или эквивалентной яркости (с учетом эффекта Пуркине), контраста между объектами и фоном и угловых размеров объектов. Третий фактор определяется архитектурой и обычно известен, выбор первых двух взаимообусловлен, и критерием здесь может служить требуемая различимость. Численное ее выражение зависит от поставленных художественных задач; эта проблема применительно к архитектурной среде (за исключением транспортных магистралей) совершенно не исследовалась, хотя, очевидно, могут быть обозначены определенные пределы, обусловленные существующими уровнями яркости адаптации в городских пространствах (расчет которой также пока представляет определенную научную проблему), характерными ситуациями взаимодействия среды и «зрителя» и физиологически предпочтительными в этих условиях яркостями объектов. К примеру, выбор яркости освещаемого объекта может определяться остротой глубинного зрения, которая при темновой адаптации возрастает до максимума при яркости объекта около 8 кд/м^2, а затем снижается при ее повышении. Значит, нецелесообразно с физиологической и экономической точек зрения допускать высокие средние яркости при освещении объектов: это приводит к росту порога глубины, следовательно, снижению остроты стереоскопического зрения и ощущения глубинности пространства. В этих условиях лучше различаются светлые объекты на темном фоне (положительный контраст), чем обратная комбинация, что и характерно для освещаемой ночной среды. По-видимому, существуют физиологически допустимые пределы как минимального, так и максимального уровней яркости объектов в условиях реальной адаптации, когда по-разному работает аппарат зрения: в наиболее освещенных пространствах города, в пределах определенных зрительных кадров, где средняя яркость адаптации, по ориентировочным оценкам, больше 10 кд/м^2, функционирует дневное (фотопическое) зрение с хорошим цветоразличением, в большей части «обитаемого» городского пространства с уровнем яркости адаптации от 0,01 до 10 кд/м^2 — сумеречное (мезопическое) зрение со сдвигом спектральной чувствительности в коротковолновую область видимого спектра, а в неосвещаемых пространствах (яркость адаптации менее 0,01 кд/м^2) — ночное (скотопическое) зрение без цветовых ощущений. Особенности яркостной адаптации при существующем в городе разноспектральном белом и хроматическом освещении усложняются цветовой адаптацией. Реальный режим зрительной работы постоянно движущегося во всех направлениях глаза (саккадические и произвольно—непроизвольные поисковые движения глаз с поворотами головы) в условиях перемещения человека в вечернем городском пространстве гораздо более сложен и пока не изучен наукой.

Определение диапазона яркостей для освещаемых (отраженный свет) и светящихся (светопроемы и витражи) поверхностей имеет свои закономерности, связанные с таким феноменом зрения как константность восприятия светлоты. Восприятие объектов осуществляется благодаря оценке



А



Б

Рис. 35. Из истории уличного освещения — первые высокомачтовые установки: А — светильники высотой 23 м с дуговыми лампами на главных улицах района Сити в Лондоне — один из первых примеров электрического освещения общественных пространств города (фирма Сименс), 1880 год; Б — проект осветительной установки с мощными дуговыми лампами в подземной камере и отражателями на верху мачты на Больших бульварах в Париже, конец XIX века

относительной яркости поверхностей: если соотношение яркостей смежных поверхностей, имеющих четкую границу между ними, будет больше 30 : 1, яркие поверхности покажутся светящимися, так как они излучают больше света, чем это позволяет, с точки зрения генетической зрительной системы наблюдателя, общая освещенность окружения [5]. Это помогает выбрать расчетные яркости освещенных и светящихся поверхностей, чтобы была заметна качественная разница между отраженным и излучаемым светом.

Учет этих специфических особенностей при разработке световой среды способствует решению творческой «сверхзадачи» — созданию выразительного светового образа вечерней среды города в целом и образов формирующих среду объектов, что также включается в понятие человеческого фактора, участвующего в ее формировании. Использование естественного контраста дня и ночи как основы творческих поисков новых, свойственных лишь искусственной световой среде визуальных качеств основано на том, что «первопричиной эмоционального воздействия, создаваемого искусственным освещением, является наша реакция на природное освещение» [18].

3.3. Освещение и архитектурная форма

Центральная эстетическая проблема процесса формирования световой среды города и световой архитектуры объектов — взаимодействие искусственного света с архитектурной формой в четырех основных ее видах или категориях (пространство, объем, пластика, цвет), в результате которого образуются **светопространство**, **светоформы**, **светопластика** и **светоцвет** с новыми, иными, чем днем, визуальными качествами (*рис. 36*).

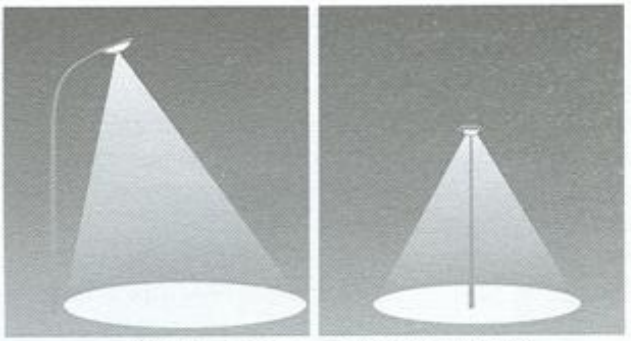
По принятой выше классификации (*см. п. 3.2*) городские пространства подразделяются по функциональному признаку на транспортные и пешеходные с дифференциацией пешеходных пространств на три типа, поскольку при проектировании уличного освещения функция имеет главенствующую роль и определяет требования к видимости и различимости объектов в пределах освещенного пространства. Выявление или обеспечение художественных качеств уличных городских пространств в вечернее время является в современной практике сопутствующей и пока редко решаемой на проектной стадии задачей.

Другие категории архитектурной формы — объем, пластика и цвет — характеризуют матери-

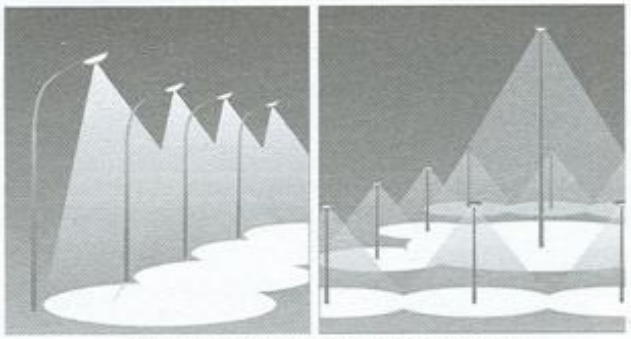
альные объекты, физически формирующие городские пространства (здания, сооружения, земля, малые формы, деревья и т.п.). «По тайному ощущению художника форма как зрительное явление дается ему светом», — говорил о восприятии материальных форм П.А. Флоренский [41]. Эти формы можно подразделить на искусственные и природные (ландшафтные). Художественные качества объектов целенаправленно выявляются, как правило, установками архитектурного освещения, поскольку случайная засветка фасадов осветительными установками, предназначенными для других целей, приводит обычно к случайным эффектам и нежелательному искажению их облика.

Возможности зрительной трансформации каждого вида архитектурной формы с помощью освещения весьма широки. При этом наиболее изменяется в ночном городе восприятие пространства по трем его координатам. Человек, находящийся в пределах ограниченного по размерам светопространства, особенно с высокой светонасыщенностью, зрительно не воспринимает параметры окружающего его неосвещенного пространства, как и пешеход, двигающийся из темноты в освещенную зону и адаптирующийся к ее яркости, почти не оценивает пространственные качества темного окружения. Последнее обстоятельство является важным стимулом побуждения и приемом организации движения в ночном городе. По характеру зрительной адаптации это — полная противоположность условиям дневного «тотального» («космического») освещения, когда прекрасное и безобразное, далекое и близкое, главное и второстепенное, крупное и мелкое, цветное и ахроматическое представлено равноценно, а человек ощущает себя эгоцентриком, равноудаленным от горизонта как естественной границы видимого пространства, имеющего структурно единое световое поле с постоянным направлением света сверху. Есть существенная раз-

Рис. 36. Схема взаимодействия искусственного света с архитектурной формой



«Элементарные» светопространства



«Утилитарные» светопространства

Рис. 37. Оптическое формирование дискретных и линейных светопространств в транспортных и пешеходных зонах города путем объединения «элементарных» светопространств в «утилитарные»

Рис. 38. Оптическое формирование архитектурного светопространства путем освещения фасадов «ограждающих» его элементов (зданий, сооружений, деревьев) и включения в него утилитарных светопространств

ница в структуре этого поля в солнечный и пасмурный день, но глобальное распределение светового потока — сверху — остается неизменным.

Искусственное освещение городской среды, т.е. городских пространств, формирующих их объектов и поверхности земли фрагментарно, избирательно и в ближайшей перспективе принципиально не изменится. Оно осуществляется множеством источников света, являющихся первичными излучателями, и отражающих свет поверхностей, рассматриваемых в качестве вторичных излучателей, с различной яркостью, цветностью, светораспределением и кинетикой излучения. Каждый из первичных источников образует световое пространство, которое можно назвать элементарным светопространством (*рис. 37*) с более или менее четкими границами, которые прочитываются на земле и при определенных условиях в воздухе как световые конусы, сферы, цилиндры и т.п. (световой поток в определенном телесном угле при пониженной прозрачности городского воздуха — при дожде, снеге, пыли, смоге, тумане и т.п.). Форма и размеры такого светопространства могут быть охарактеризованы, в частности, фотометрическим телом создавшего его осветительного прибора. Каждое элементарное светопространство, оптически сливаясь с соседними (при их наличии), образует более сложное по структуре утилитарное пространство (*см. рис. 37*) с разной степенью неоднородности по всем трем координатам, которая может регламентироваться неравномерностью распределения освещенности на земле или в пространстве, — непрерывное в пределах линейных планировочных элементов (улиц), дискретное на отдельных участках территории (на площадях, в жилых дворах и парках) или «лоскутное» — прерывно—непрерывное, каковым является светопространство в пределах города. Его рисунок прочитывается по освещенным фрагментам земли, по «световым тоннелям» улиц на «световом плане» города, воспринимаемом с высоко расположенных видовых точек, с авиалайнеров и спутников. Реальное архитектурное светопространство вместе с утилитарным светопространством включает и эффекты вторичных излучателей — освещенных объектов, которые формируют трехмерную среду, — зданий, сооружений, деревьев и т.п. (*рис. 38*). Зрительно они наиболее значимы при эстетичес-

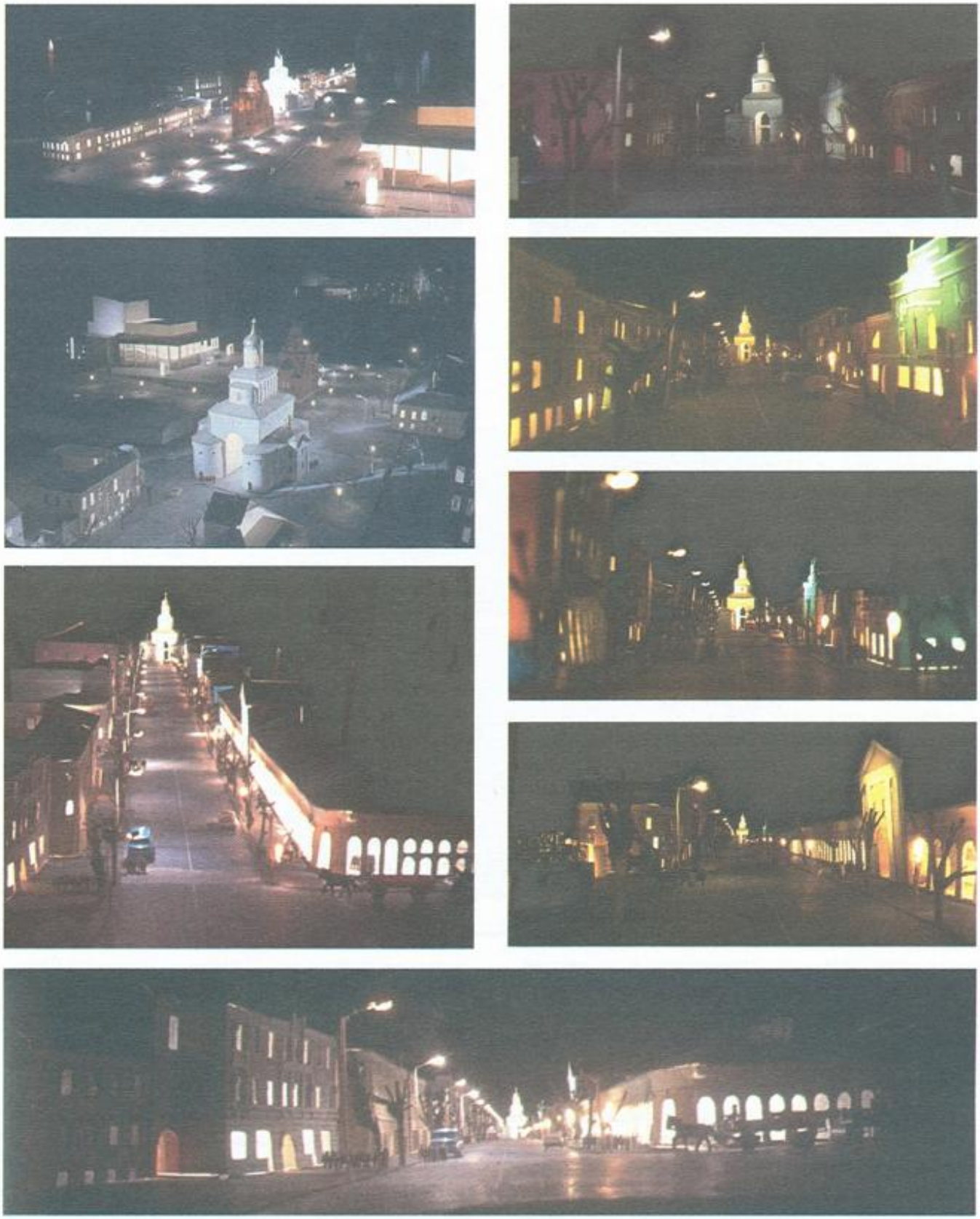


Рис. 3.3. Светомоделирование на макете застройки центральной исторической улицы г. Владимира с Золотыми воротами XII века (Н.И. Щепетков с участием студентов МАрхИ). 1973—1974 годы

кой оценке среды, чем первичные излучатели, хотя их «удельный вес», характеризуемый фотометрическими параметрами создаваемого светового поля, обычно меньше, чем «вес» уличных светильников. В конечном счете, **создание освещения есть оптическое формирование городского архитектурного пространства с прогнозируемыми светокомпозиционными параметрами.**

Акцент на пространственных параметрах световой среды не случаен по двум причинам. Во-первых, город характерен прежде всего пространственными впечатлениями, получаемыми в движении во времени, хотя в непосредственном восприятии материальные структуры обычно первенствуют, что отражается в чувственной конкретности архитектурно-художественного образа: образ памятника, здания, сооружения. Как отмечает Н.А. Ладовский, результаты архитектурного труда должны «служить высшей технической потребности человека ориентироваться в пространстве» [43]. Э. Сааринен в середине XX века говорил, что «новое восприятие пространства становится более важным, чем восприятие массы». Организация пространства была декларирована тогда лидерами функционализма как основная задача современной архитектуры, а свет, по словам Л. Кана, был признан «важнейшим структурным средством, едва ли не решающим фактором формообразования». Концепция пространства рассматривалась «как активная связующая сила» архитектуры и градостроительства (К. Танге). Во-вторых, на практике изучение эффектов света в пространстве относилось, главным образом, к архитектуре интерьеров, а городское пространство с точки зрения его композиционных особенностей не было предметом архитектурных, светотехнических и психологических исследований и творческих экспериментов. До сих пор все внимание в эпизодически публиковавшихся эстетических оценках и проектных разработках уделялось освещению фасадов объектов, т.е. созданию выразительных светоформ. Городские светопространства в большинстве своем стихийно формируются как утилитарные по типизированным решениям в инженерной части проектов освещения улиц, дорог, площадей, пешеходных участков.

Утилитарные светопространства уже на первоначальной проектной стадии должны стать органической частью комплексного решения архитектурного светопространства. Исходя из главенствующей роли пространственного компонента в восприятии архитектурной среды, **искусственная световая среда города может рассматриваться как объединение множества светопространств, образуемых светящими элементами и отражающими поверхностями освещенных ими объектов и земли**, создаваемое человеком в соответствии со своими потребностями и возможностями.

Две главные составляющие световой среды — **«наполненное» светом пространство (светопространство) и освещенные объекты (светоформы)** — пока весьма случайно «состыковываются» в проектах и в реальности по своим композиционным показателям из-за отсутствия методики и недостатка критериев их фотометрической и художественной гармонизации. Сегодня регламентируются, исходя из требований видимости, не композиционные параметры городских пространств, а лишь некоторые, главным образом, количественные параметры освещения дорожных покрытий и фасадов объектов, а также неравномерность освещения как элементарный показатель его качества (*см. п. 2.4*). Сложные взаимосвязи между условиями адаптации глаза в пределах пространства пребывания человека с той или иной структурой светового поля и яркостными, цветовыми, светокинетическими, светомасштабными характеристиками материального окружения применительно к градостроительным ситуациям практически очень мало исследовались.

В национальных нормах многих стран регламентируемые параметры наружного освещения весьма элементарны и определяются, в основном, утилитарно-гигиеническими минимумами по уровням освещенности или яркости для определенной зрительной функции. На практике встречается также зрительно ощутимая цветовая и масштабная дифференциация между разнотипными светопространствами. Например, в городах Франции, Испании, США некоторые репрезентативные пешеходно-общественные пространства подчеркнуто выделены интенсивным белым светом на фоне желтого освещения транспортных зон и индивидуализированным дизайном элементов осветительных установок, дополненным архитектурным освещением фасадов зданий.

По проведенным исследованиям установлены некоторые общие закономерности и современные тенденций развития городского освещения, а также объективные параметры, обеспечивающие то или иное качество световой среды:

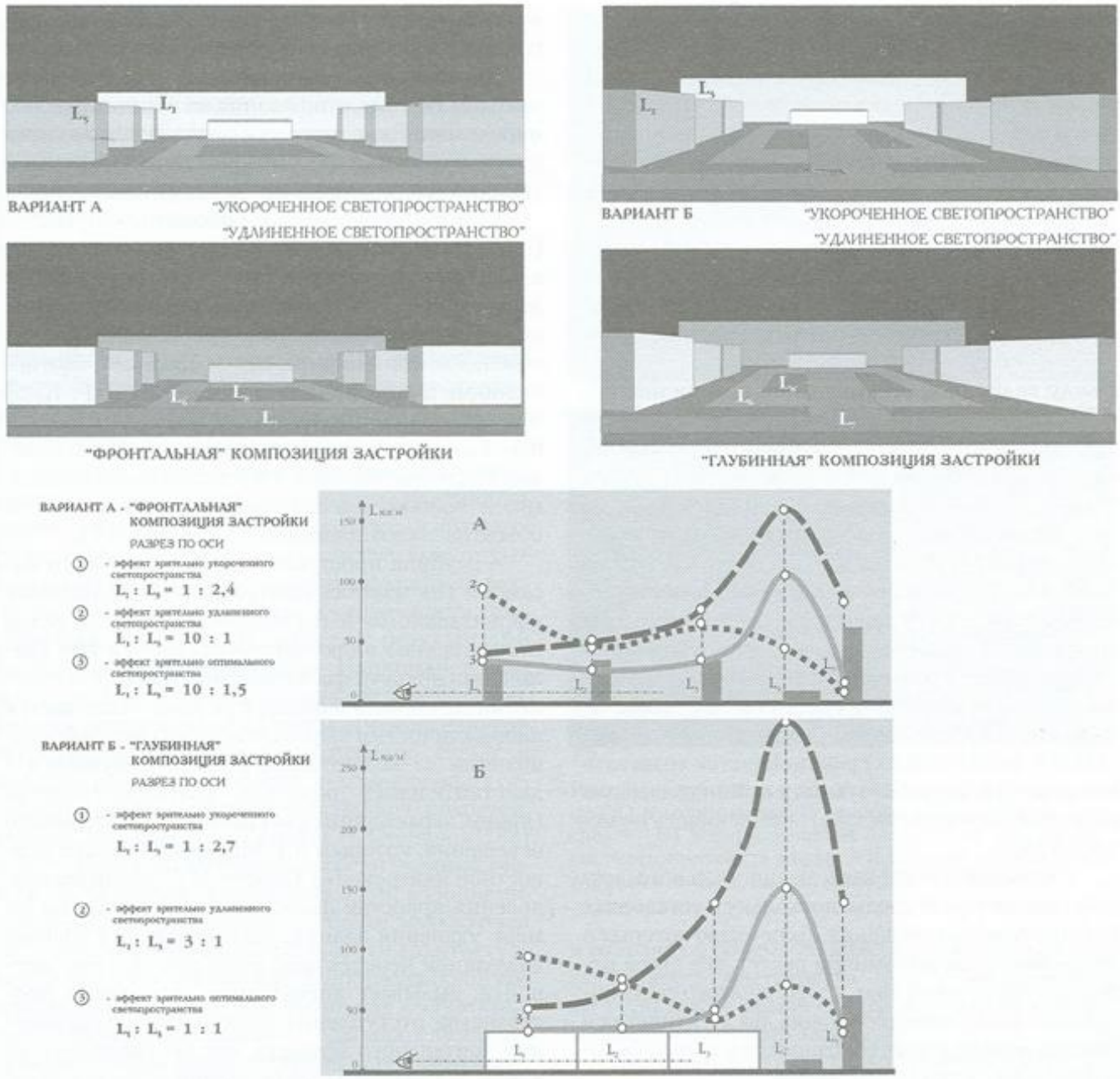


Рис. 39. Лабораторные исследования по определению закономерностей построения световой композиции на макетах застройки с регулируемой яркостью фасадов зданий и функциональных зон земли (метод объемно-масштабного светомоделирования, Н.И. Щепетков). 1973 год

• световая среда в городах в целом за последние 30 лет, как уже упоминалось, желтеет из-за доминирования излучения натриевых ламп в установках функционального уличного и, отчасти, архитектурного освещения, что приводит к ее зрительной гомогенности и монотонности и другим нежелательным эффектам (например, есть данные об отрицательном действии на настроение человека монохроматического света натриевых ламп низкого давления, провоцирующего преступления);

• в ряде городов в странах Запада приняты регламентные меры, обеспечивающие зрительное отличие транспортных зон с желтым светом от пешеходных, освещаемых преимущественно белым светом. Цветовые различия вместе с различиями в уровнях освещенности и приемах освещения разных по функции пространств обес-

печивают определенное светоцветовое зонирование среды;

• уровни освещенности в пешеходных зонах варьируются в широких пределах, в ряде случаев в пространствах торговых улиц, общественных и рекреационных центров европейских городов они достигают сотен люкс, т.е. на порядок выше, чем в аналогичных ситуациях в наших городах и в отечественных нормах. В то же время яркости фасадов освещаемых объектов в Москве сегодня сравнимы с зарубежными аналогами и, в целом, ориентируются на международные стандарты;

• установлено определенное соответствие между величиной вертикальной или цилиндрической освещенности и ощущением достаточности света для определенной зрительной работы в пешеходных пространствах города: при отсутствии слепящих источников освещенность в 1 лк на лице человека позволяет узнать его на расстоянии до 5 м, 3—5 лк — на расстоянии до 10 м, 10 лк — до 15 м, при 35—45 лк создается впечатление насыщенности пространства светом. Для обеспечения достаточного визуального комфорта и информации о ближайшем окружении, зрительного контакта между пешеходами и ощущения безопасности (в том числе в плане борьбы с преступностью на улицах) рекомендуется создавать в соответствующих ситуациях цилиндрическую (или полуцилиндрическую) освещенность не менее 15 лк;

• повышается уровень эмоционального воздействия вечерней среды, поскольку в установках архитектурного освещения, количество которых в последние годы динамично растет, все шире используется цветной свет, а доля желтого света натриевых ламп, господствующих два десятилетия в городах многих стран, сокращается в пользу белого холодных и теплых оттенков;

• растет разнообразие приемов и средств освещения во всех группах установок — новые источники света, изделия и системы формируют особые декоративные качества среды, придающие индивидуальность и благоприятную психологическую «окраску» городу и его фрагментам;

• постоянно совершенствуется и разнообразится по стилистике дизайн элементов осветительных установок, повышается их эффективность и комфортность действия;

• распространяется использование многопрограммного освещения в статическом и динамическом режимах, усиливающего впечатление виртуальности и «одушевленности» окружающего мира.

Проведенные статистические исследования методом светомоделирования на макетах с целью определения параметров световой композиции путем измерения фотометрических характеристик позволили установить ряд закономерностей:

• светонасыщенность городского пространства (*см.* макет центральной исторической улицы г. Владимира) имеет целесообразные нижние и верхние пределы: при минимально допустимом, оптимальном и максимально приемлемом уровнях освещенности она выражается средними соотношениями цилиндрической освещенности 1 : 1,5 : 3 при освещенностях на зрачке наблюдателя 0,4—0,6—1 лк, при этом средняя яркость фасадов рядовой застройки выражается теми же соотношениями, а яркость фасадов акцентируемых светом объектов — соотношением 1 : 3 : 5 (*рис. 3.3*);

• глубина пространства архитектурного ансамбля (на макетах застройки с композициями «фронтального» и «глубинного» типа А и Б, соответственно) иллюзорно сокращается при увеличении яркости фасадов зданий по мере их удаления от первоплановых, при этом усиливается напряженность и выразительность световой композиции из-за противоречивости кажущихся и действительных размеров светопространства (прием, характерный для сценического кулисного освещения, который В.Г. Макаревич назвал «яркостной инверсией»). Обратный порядок распределения яркостей фасадов, т.е. их снижения по мере удаления зданий, напоминающий эффект воздушной перспективы днем при светлой застройке, вызывает впечатление углубления пространства, отступления заднего плана и ослабления зрительного эффекта, как бы сходящего на «нет». Установлены соотношения яркостей фасадов зданий первого и последнего (пятого) планов на макетах со строчной («фронтальная» композиция А) и периметральной («глубинная» композиция Б) застройкой: А — 1 : 2,4 и 10 : 1; Б — 1 : 2,7 и 3 : 1, соответственно при кажущемся сокращении и увеличении глубины пространства (*см. рис. 39*);

• световое зонирование территории в пределах ансамбля на тех же макетах А и Б отмечено нюансными соотношениями яркостей земли в пешеходных зонах общения, движения и отдыха (2 : 1,4 : 1);

• тип объемно-пространственной композиции ансамбля («фронтальная» и «глубинная»)

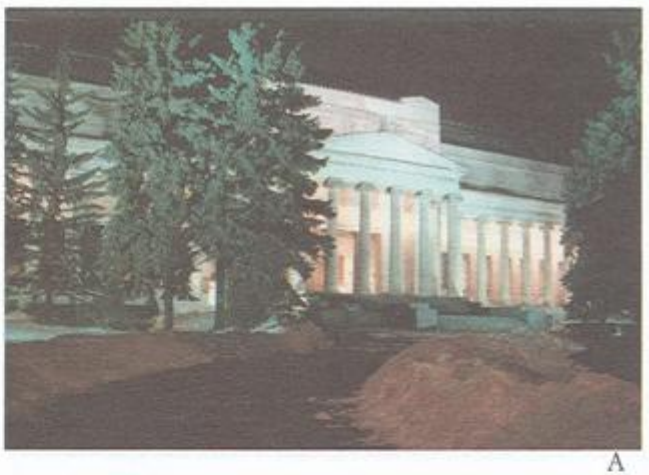
влияет на выбор средних уровней яркости объектов и земли, которые во втором случае в 1,5 раза выше;

• функциональная и градостроительная иерархия освещаемых объектов, а также их ведущая композиционная роль по отношению к освещенной земле, выражаются определенными величинами и соотношениями средних яркостей фасадов жилых домов и общественных зданий (соотношение 1 : 4,2), рядовой застройки и доминант (1 : 15), застройки и земли (3,2 : 1);

• эффекты зрительной статики, динамики и объемности архитектурных форм достигаются определенными градиентами яркости и соотношениями яркостей смежных фасадов или поверхностей.

Понятно, что полученные на макетах характеристики требуют уточнения, поэтому ряд закономерностей в освещении пространства и архитектурных форм исследован и в натуре. Некоторые соотношения яркостей, характеризующие эффекты светомоделировки форм и глубинности пространства, практически совпали с результатами лабораторных экспериментов. Например, прием выявления глубины портиков, галерей, аркад, лоджий интенсивным высвечиванием их изнутри использован и проверен многократно. Вопреки мнениям некоторых авторов, рекомендующих сохранять дневную последовательность яркостей: первый план светлее второго (Г.П. Степанов) [83] за счет обычно более темной окраски фоновой стены и частичного затенения ее белыми колоннами, прием «яркостной инверсии» более эффективен как с точки зрения выразительности архитектурной формы, так и в смысле функциональной содержательности этих элементов как полуоткрытых буферных пространств в зданиях, служащих промежуточной адаптационной зоной при переходе из городского пространства в интерьер: днем со света улицы в полутьму интерьера, вечером — из темноты городской среды в освещенное помещение.

Объемность объектов эффективнее обеспечивается яркостными, нежели цветовыми контрастами (последние случайно или целенаправленно создаются использованием в установках наружного освещения разноспектральных источников света). Яркостные контрасты — нюансные при соотношениях яркостей смежных фасадов или элементов ближнего и дальнего планов менее 1 : 3, оптимальные при соотношениях в диапазоне 1 : 3—1 : 7 и допускаемые 1 : 7—1 : 20 — выявляют



А

Б

Рис. 3.4. Глубина портиков ГМИИ им. А.С. Пушкина (А) и Голицынской больницы на Ленинском проспекте (Б) воспринимается плохо из-за малого яркостного контраста первого и второго планов (светодизайн — Н.И. Щепетков). 1996—1999 годы

и сохраняют объемную материальность формы и глубинность пространства, но если они превышают 1 : 30, яркие фрагменты фасадов кажутся дематериализованно-светящимися.

При примерно одинаковой яркости смежных фасадов или объектов первого и второго планов, освещенных разноспектральным светом, например, натриевых и металлогалогенных ламп, объем здания или глубина пространства прочитываются вяло (портики ГМИИ им. А.С. Пушкина, Голицынской больницы, МГХПУ им. Строганова и др. — *рис. 3.4*). В лучшем случае, при определенных цветовых сочетаниях достигается декоративный эффект, не всегда достаточный для отчетливой светомоделировки архитектурной формы (портик Екатерининской больницы). Наилучший моделирующий результат обеспечивается при заметном яркостном контрасте смежных поверхностей, усиленном разноспектральным све-

Рис. 3.5. Выразительность портиков Большого концертного зала им. П.И. Чайковского и Первой Градской больницы обусловлена высоким яркостным контрастом колоннады с фоновой стеной (светодизайн – Н.И. Щепетков). 1998 год

Рис. 3.6. Полихромное освещение фасадов зданий в Лас-Вегасе

том, что проверено на архитектурных объектах и на скульптурных памятниках (портики Большого театра, ЦДРА, ЦАТРА, МАДИ, Первой Градской больницы, Концертного зала им. П.И. Чайковского и др. – *рис. 3.5*).

Непривычное для дневного, но характерное для искусственного заливающего и локального освещения фасадов, неравномерное распределение света создает иллюзию зрительного изменения массы и «весовых соотношений» элементов здания, делая его более тяжелым или легким, статичным или динамичным, что можно оценить градиентом яркости. Его величину еще следует установить экспериментально при разных условиях адаптации и на разных архитектурных формах. По результатам нашего светомоделирования на макетах объектов г. Владимира, выполненных в масштабе 1 : 150, пассивный градиент яркости составляет 0,3, активный – более 3 кд/м^2 на пог. см.

Локальное освещение, создающее пятнистый световой рисунок, часто является причиной визуального разрушения целостности объема здания или его фасадов. Для сохранения единства архитектурной формы требуется обеспечить на ней определенную равномерность распределения света или ритмическую закономерность расположения световых пятен, связанных с тектоникой фасадов.

Пока не совсем ясны особенности взаимодействия хроматического света, еще относительно редко и осторожно применяемого в массовой практике архитектурного освещения, с цветными поверхностями объектов, имеющими разные отражательные характеристики, т.е. предстоит изучить формообразующие свойства свето–цвета разноспектральных источников (с применением или без применения цветных светофильтров) в широком диапазоне существующей палитры колеров фасадных поверхностей и элементов ландшафта. По первым реализациям в Москве и других городах видно, что цветной свет на поверхно-

А

Б

Рис. 3.7. Цветное освещение объектов в Кливленде (А) и Москве (Б) — спорткомплекс «Олимпийский» (светодизайн — Н.И. Щепетков) и здание «Лукойла» на Олимпийском проспекте

А

Б

Рис. 3.8. Заливающее освещение фасадов белым прожекторным светом: «Белый дом» в Москве (А) и храм Христа Спасителя (Б) — объемы зданий и пластика фасадов не подчеркнуты светотенью или разными оттенками света

стях фасадов, на земле и деревьях в условиях темновой адаптации «работает» более эффективно, чем цвет самих поверхностей, освещаемых белым светом. Иными словами, при определенной интенсивности излучения отраженный результирующий цвет в большей степени определяется цветностью падающего света, нежели цветом отражающей поверхности. Фиолетово-синие, зеленые, желто-золотистые, пурпурные, красные элементы в светопанорамах Москвы, Парижа, Лиона, Нью-Йорка, Лас-Вегаса, Шанхая обязаны, в основном, не цвету освещаемых материальных форм, а цветности излучения освещающих их прожекторов (*рис. 3.6, 3.7*).

Светопластика фасадов и монументов также имеет свою специфику. Редко удается создать на пластически сложном объекте светотень, подобную дневной, хотя при освещении скульптур авторы обычно настаивают на таком варианте. В современной практике большинство приборов локального и, отчасти, заливающего освещения для исключения их слепящего действия, для удобства эксплуатации и по другим причинам устанавливается световым отверстием вверх, что создает непривычный рисунок обратных теней от выступающих пластических деталей. Этот эффект, как уже упоминалось, называют «рамповым», «театральным», «драматическим». При нескольких прожекторах, нацеленных на фасад, когда их световые пятна перекрывают друг друга, происходит расхождение и наложение теней друг на друга, появляются глухие, а при разноспектральном освещении — разноцветные тени, например, от колонн на фоновой стене портика, залитого светом снаружи, что нередко усугубляет дробность, атектоничность или декоративность световой компо-

зиции. При «лобовом» заливающем освещении архитектурная пластика зрительно может почти исчезнуть, при этом фасад выглядит плоским «бельмообразным» пятном в светопанораме («Белый дом», храм Христа Спасителя в Москве и др. — *рис. 3.8*).

Эти «метаморфозы» архитектурной формы при том или ином приеме и цветности электрического освещения имеют прямое отношение к выбору принципа построения светового образа объектов (*см. п. 6.2*).

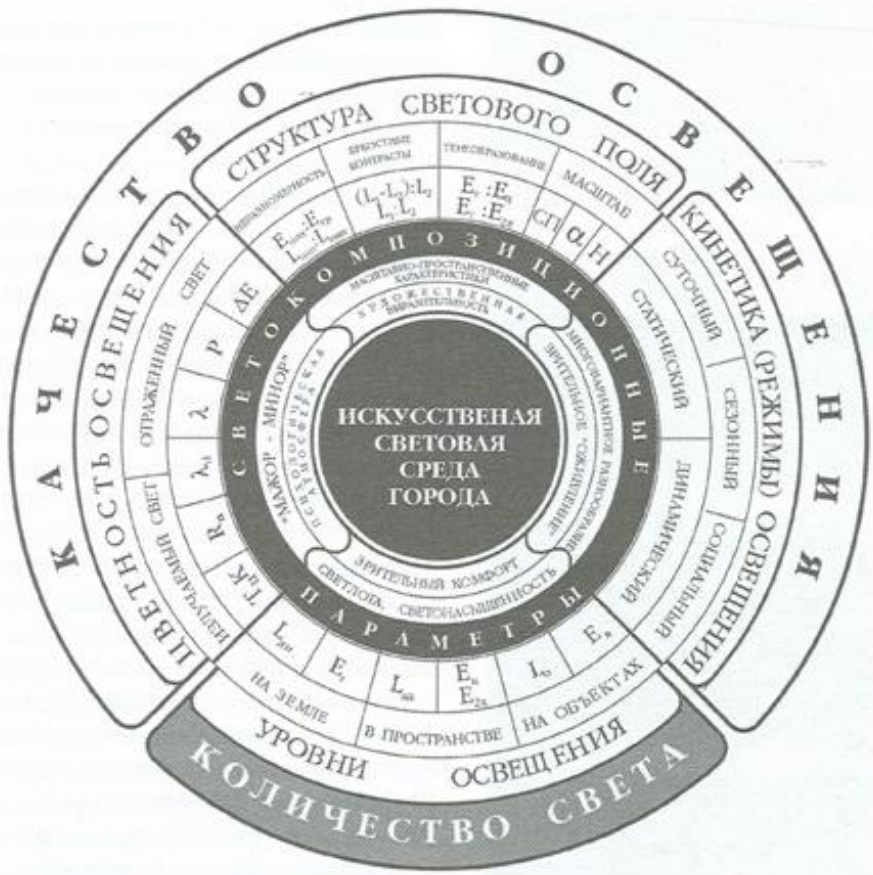
3.4. Критерии оценки световой среды города

Для оценки и прогнозирования светокомпозиционных параметров вечерней среды города необходимо иметь систему критериев, в которую могут быть включены как нормируемые светотехнические характеристики, так и не использовавшиеся ранее в наружном освещении, но известные светотехникам показатели количества света в городских пространствах, на земле и на поверхностях объектов, а также качества освещения, которое, как известно, определяется распределением света в пространстве, во времени и по спектру, контрастностью освещения и степенью слепимости светящих элементов. Этот диапазон светотехнических показателей может служить в любой проектно-концептуальной работе основой для выбора светокомпозиционных параметров, с помощью которых обеспечиваются зрительный комфорт и определенная психологическая атмосфера, необходимая масштабность и художественная выразительность световой среды. Система критериев включает: **уровни освещения, определяющие светлоту и светонасыщенность пространства** (количественный критерий), **доминирующую цветность, кинетику освещения и структуру светового поля**, от которой зависят качество и масштаб создаваемого светопространства (критерии качества) (*рис. 40*).

Светлота пространства принимается как количественная характеристика — усредненная величина светлоты поля зрения в пределах освещаемого архитектурного ансамбля. Она достаточно полно определяет ощущение зрительного комфорта. За неимением достаточного научного материала она пока не может быть непосредственно регламентирована какой-либо величиной. В действовавших в СССР в 80—90-е годы нормах архитектурного освещения СНиП II-4-79 светлота городских пространств косвенно оценивалась тремя величинами **средней яркости адаптации**, характерной для улиц и площадей определенной категории: более 5 кд/м^2, т.е. сумеречное, или дневное, зрение (категория А — городского значения), от 1 до 5 кд/м^2, т.е. сумеречное зрение (Б — районного значения) и менее 1 кд/м^2, т.е. сумеречное, или ночное, зрение (В — местного значения). Эти величины в первом приближении принимались как относительные количественные характеристики достаточно светлых, средне-светлых и слабо освещенных городских пространств. Сегодня нормами СНиП 23-05-95*[29] установлены требуемые величины **яркости** или **горизонтальной освещенности дорожного полотна** в транспортных и пешеходных зонах и **величины яркости** или **вертикальной освещенности фасадов объектов** без указания усредненных величин яркости адаптации на улицах и площадях тех же категорий.

Одним из основных показателей, определяющих первое, наиболее общее впечатление от освещенного пространства при свободном его обзоре, является ощущение насыщенности его светом, зависящее от уровня и распределения яркостей в поле зрения. Для пешеходных пространств светонасыщенность (которая в некоторых ситуациях ассоциируется с образным представлением о их «солнечности») принимается в качестве второй количественной характеристики их светлоты по аналогии с освещаемыми интерьерами общественных зданий, где она нормируется величиной **цилиндрической освещенности $E_ц$**. Действующие ныне отечественные нормы наружного освещения регламентируют аналогичную рассчитываемую величину — среднюю полуцилиндрическую освещенность $E_{пц}$ (не менее 6 лк) на высоте 1,5 м над землей на главных пешеходных улицах исторической части города. По зарубежным публикациям и нашим исследованиям в пространствах, оцениваемых как светлые, величина подобной интегральной характеристики — цилиндрической освещенности — почти на порядок выше. В практике научных исследований предлагалось использовать для аналогичных целей также полу- или сферическую освещенность, расчет которой более сложен для проектной практики.

Доминирующая цветность освещения — качественная характеристика (распределение излучения по спектру), которая определяет условия цветовой адаптации, создаваемые в большинстве случаев спектральными характеристиками источников, применяемых в установках общего функционального освещения. В оптическом



Принятые обозначения и сокращения:

$E_г$, $E_в$, $E_ц$, $E_{пс}$ – освещенность горизонтальная, вертикальная, цилиндрическая, полусферическая, лк

$L_{дп}$, $L_{об}$, $L_{ад}$ – яркость дорожного полотна, объектов, адаптации, кд/м²

$T_ц$К – цветовая температура источников света

$R_а$ – общий индекс цветопередачи источников света

λ – цветовой тон, нм

$λ_д$ – доминирующая длина волны излучения, нм

Р – чистота цвета, %

ΔЕ – цветовой контраст

СП – протяженность светопространства, м

α и Н – угловой размер и высота освещаемого (светящего) элемента над горизонтом, м

Рис. 40. Критерии оценки искусственной световой среды города

отношении они обычно являются пространствоформирующими и цветоадаптирующими. В некоторых случаях, при функционировании в едином пространстве нескольких установок функционального, архитектурного и информационно-рекламного освещения с разноспектральными источниками, адаптирующей может служить цветность относительно более мощной установки, «обслуживающей» наибольшую площадь территории (или поля зрения), а иногда и цветность отраженного и излучаемого (интегрального) света, господствующего в центральном поле зрения.

Для характеристики цветности освещения применяется **цветовая температура источников света $T_ц$ К** и доминирующая длина волны излучения λ, для оценки качества их цветопередачи – **общий индекс цветопередачи R_a** (высокий R_a = 85 и более, средний 70< R_a<85, низкий R_a менее 70), а также ряд других показателей. В ка-

талогах зарубежных фирм цветопередача источников света оценивается по группам (стандарт *UNI* 10380) – 1А (R_a>90), 1В (80<R_a<90), 2А (70<R_a<80), 2В (60<R_a<70), 3 (40<R_a<60), 4 (20<R_a<40) – *см. рис. 2.46*. Для качественной характеристики света, отраженного поверхностями объектов, можно использовать известные параметры – их цветовой тон (длина волны излучения λ), насыщенность (чистота цвета Р) и цветовой контраст с учетом цветоадаптирующего излучения. Методика колориметрических расчетов этих параметров существует, но она еще сложна и не приспособлена для реальной проектной практики.

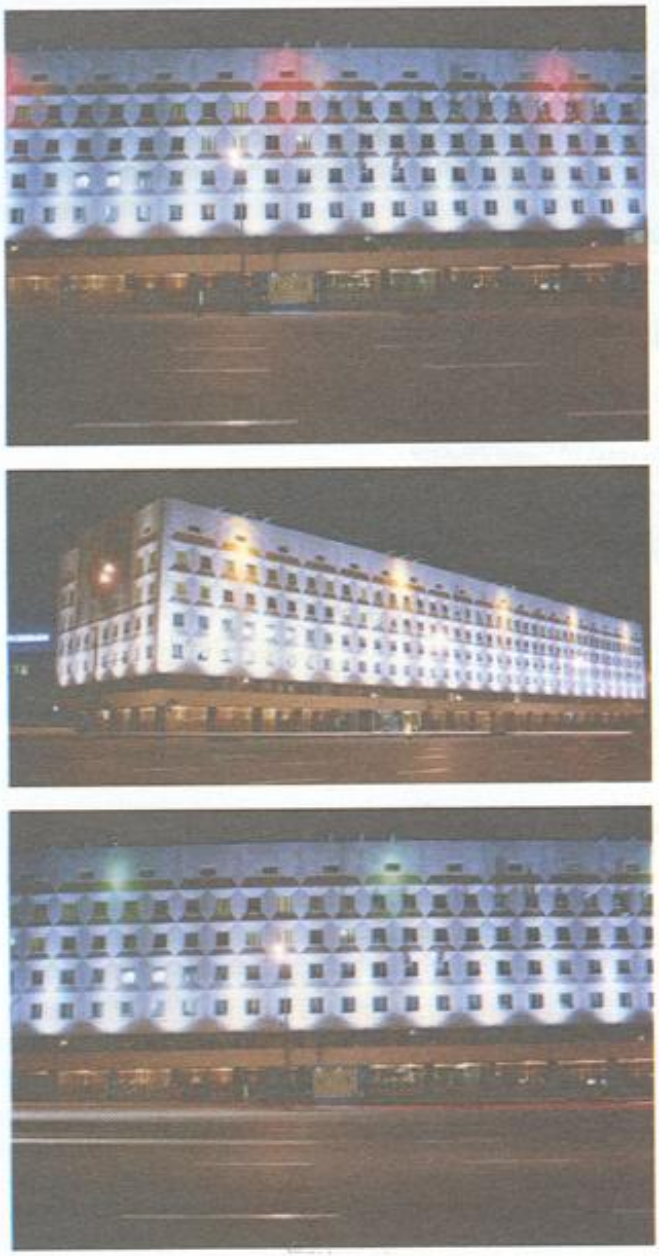


Рис. 3.9. «Красный–желтый–зеленый»: символические «светоформы» на фасаде здания ГАИ–ГИБДД на Садовом кольце, одна из первых стационарных цветодинамических установок в Москве (светодизайн – Н.И. Щепетков). 1998 год

Цветность освещения представляет собой зрительно активный и эмоциональный фактор, который в условиях городской среды еще мало исследован, практически не регламентируется и для совершенствования ее качества целенаправленно почти не используется. Вариации светонасыщенности и разноспектрального света в полихромной архитектуре могут дать богатую гамму светоцветовых решений среды с определенными зрительными качествами и степенью ее психологического воздействия. По некоторым данным, цветовые характеристики окружения имеют решающее значение в создании той или иной визуально-чувственной атмосферы, «мажорного» или «минорного» настроения. Науке известны некоторые зависимости между уровнем освещенности и спектром света, с одной стороны, и ощущением зрительного комфорта, с другой (Крюйтхоф) [34], влияние цветовых характеристик источников света на светлоту адаптации, реакция человека на полихромное окружение, оцениваемое, в частности, «количеством цвета» (Н.М. Беляева). Некоторые примеры позволяют утверждать, что взаимодействие разноспектрального, особенно хроматического света с полихромной материальной средой играет и будет играть все более важную роль в создании новых художественных образов и необходимой психологической атмосферы в городе. В дальнейшем для регламентации цветовых параметров освещаемой среды могут использоваться и другие колориметрические характеристики не только излучаемого, но и отраженного света, соотнесенные со зрительными ощущениями и оценками на основе накопленных научных данных в специфических условиях ночного города, а не только в лабораториях и интерьерах, что до сих пор было преобладающей тенденцией в исследовательских работах. Это, прежде всего, параметры цветности, цветовых контрастов и количества цвета, характеризующие архитектурную, в той или иной степени полихромную, среду. Это ценное ее качество не должно исчезнуть в вечернее время.

Другой критерий качества световой среды – распределение света во времени, или **кинетика освещения**, – мало используемый или не регули-

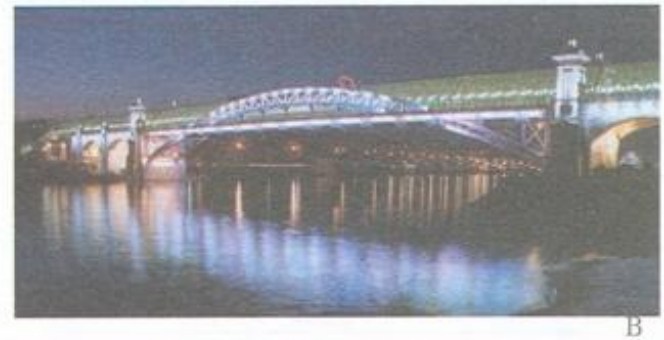
руемый в городской среде светокомпозиционный фактор, за исключением немногих автономно действующих установок светодинамической рекламы и информации и отключения части установок архитектурного и функционального освещения на ночь, что в художественном плане не имеет положительного значения. В то же время в городе существует стихийная динамика света — фары автомобилей, светящиеся окна зданий, освещенные витрины, светофоры, световая реклама вносят перманентное разнообразие в «базовый» световой рисунок, образуемый стационарными установками наружного освещения, и являются существенным компонентом ночной среды. Возможны два режима работы постоянных и временных осветительных установок — **статический и динамический**.

Традиционно существующий статический режим ввиду своей технической простоты сегодня господствует во всех группах осветительных установок. По этому параметру стабильный, «мертвый» искусственный свет отличается от меняющегося, «живого» естественного света принципиально, хотя имеет все возможности стать таким же динамично-живым. По времени функционирования в течение темного времени суток любой режим может быть подразделен **на вечерний и ночной**, что широко используется в архитектурном и светоинформационном освещении и частично допускается нормами в функциональном освещении (отключение всех или части осветительных приборов после полуночи).

Кинетика освещения может быть связана также с социальными и сезонными ритмами жизни города, что дает художественный и экономический эффекты. Постоянные и временные осветительные установки могут работать в **«социальных» режимах** (будничный—воскресный—праздничный) или **сезонных** (летний—осенний—зимний—весенний). Эти идеи предусмотрены, например, в освещении Екатерининского парка (сада ЦДРА) и ряда других объектов в Москве. Праздничный режим освещения городских улиц, площадей, бульваров, зданий, набережных, мостов широко используется во всем мире. Регулярно проводимые в городах Европы, США, Австралии конкурсы на лучшее освещение часто приобретают характер сезонных праздников — фестивали и праздники света, световые шоу и карнавалы, развивающие вековые уже традиции (*см. п. 2.1*). Крупномасштабные международные, национальные и региональные торгово-выставочные,

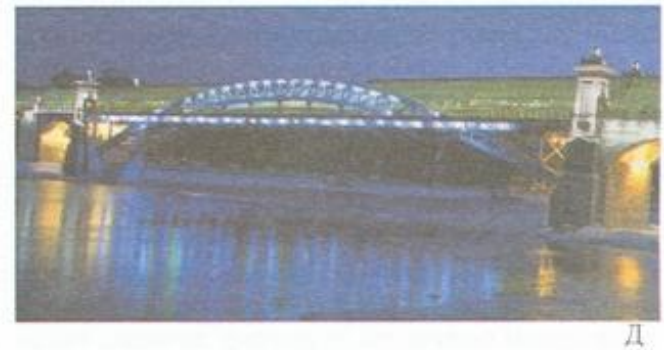
А

Б



В

Г



Д

Рис. 3.10. Цветодинамическое освещение пешеходного Андреевского моста — три светоцветовых образа: А, Д — «синий мост»; В — «голубой мост»; Б, Г — «золотой мост» (проект А, Б и реализация В—Д) (светодизайн — Н.И. Щепетков). 1999 год

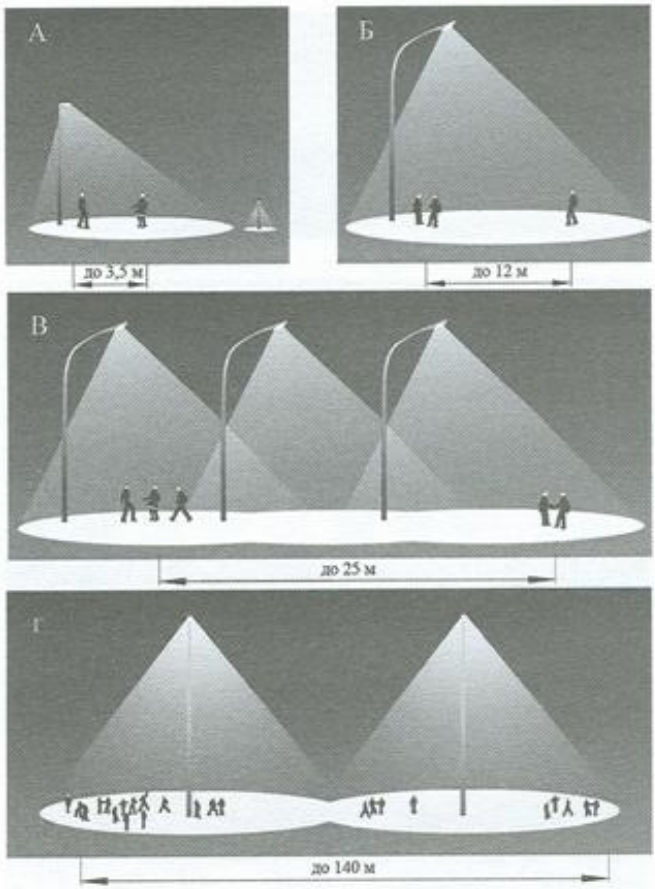


Рис. 41. Масштабные характеристики светопространств: А, Б — для индивидуальных контактов; В — для группового общения; Г — для массовых (социальных) мероприятий

спортивные и культурные мероприятия — олимпиады, выставки ЭКСПО, чемпионаты мира и континентов, юбилеи городов, фирм и организаций, выступления рок-групп — также становятся эпизодическими световыми праздниками. Наконец, спектакли «Звук и Свет» на знаменитых памятниках архитектуры и истории демонстрируют технически наиболее сложные режимы светодинамического освещения со стереозвуком.

Сегодня уже реально существует возможность и необходимость регулирования освещения в пространстве, по спектру и во времени как важнейшего средства обеспечения многовариантного разнообразия и ассоциативного «оживления», «одушевления» городской среды по аналогии с «живым» природным светом, но, вероятно, по иным принципам светодинамики или для символической визуализации ритмов современной жизни. Эта светодинамика может быть двух видов — **непрерывная и циклическая**.

Установки, работающие в режиме непрерывной динамики, обеспечивают более или менее быстрое изменение светоцветового рисунка, повторяющегося или нет на плоскостном, объемном или пространственном объекте в течение темного времени суток или определенного временного периода. Так функционирует цветное освещение пилонов Крымского моста в Москве или фасада здания ГАИ на Садовом кольце (*рис. 3.9*). Установки, создающие циклическую динамику, работают в режиме статических по светоцветовому рисунку интервалов, сменяющих друг друга в определенной последовательности. Такая система действует на пешеходном Андреевском мосту в Москве (*рис. 3.10*). Примитивный аналог этой системы — установки уличного освещения с вечерним и ночным (сокращенным по количеству включенных светильников) режимами работы.

Третий критерий качества освещения — **распределение света**, излучаемого и отраженного, **в пространстве, т.е. структура создаваемого в конкретном градостроительном ансамбле светового поля**, в пределах которого перемещается человек. Кроме интегральных количественных характеристик (горизонтальная, вертикальная, (полу)цилиндрическая, (полу)сферическая освещенности) для оценки светового поля используются показатели его качества, отчасти регламентируемые действующими нормами, — слепящее действие осветительных приборов, неравномерность распределения света на поверхностях земли и объектов, яркостные контрасты между объектами и фоном или между смежными поверхностями, тенеобразование, характеризуемое моделирующим эффектом освещения на объемных архитектурных и природных формах, на фигурах и лицах людей. Они могут быть оценены соотношениями количественных характеристик. Например, соотношение $E_ц : E_г$ характеризует светомоделирующий эффект освещения в пешеходных зонах.

Наиболее сложным и важным критерием оценки структуры световой среды является **масштаб создаваемого светопространства**, получивший в некоторых работах название **масштаба освещения** (*рис. 41*). Как и в «дневной» архитектуре, масштаб светопространства оценивается соразмерностью его с человеком, «мерой всех вещей», а также размерными величинами и соотношениями освещаемых элементов и окружающей тьмы в пределах зрительного поля. Масштаб непосредственно связан с формообразующим действием света в городском пространстве, парамет-

ры и качество которого воспринимаются зрением в пределах освещаемой зоны или зрительного кадра. Эта зона не обязательно совпадает (точнее, никогда не совпадает) с физическими габаритами архитектурного пространства (по Ф. Гибберду, «пространственного тела») по одному, двум или трем его измерениям. Светом обычно выделяются лишь функционально необходимые вечером участки территории (освещаемый «планшет» архитектурного пространства) и (или) важные в образно-композиционном плане объекты («ограждения» пространства и заполняющие его элементы — фасады зданий, сооружений, кроны деревьев, склоны крутого рельефа). Сложность использования этого критерия заключается нередко в зрительной нечеткости границ и трудноуловимости размеров создаваемого светопространства, в особенности при малом количестве света на «планшете», когда максимальна вероятность возникновения зрительных иллюзий. Учитывая изменяемость условий адаптации и наблюдения движущимся в городской среде человеком, наиболее приемлемым критерием масштабной оценки являются протяженность светопространства с заданными фотометрическими параметрами и угловые размеры освещенных и светящихся объектов с учетом высоты их расположения над горизонтом. Протяженность фиксируется размером территории, освещаемой с заданной интенсивностью и равномерностью, по ее наибольшему измерению. За ее пределами предполагается заметное для глаза изменение фотометрических параметров — существенное снижение (реже — повышение) уровня освещенности или доминирующей цветности излучения, что фиксируется зрением как граница другой зоны. Иными словами, дневное «пространственное тело» практически не совпадает с «телом», создаваемым искусственным светом в темном окружении.

Масштабные характеристики светопространства могут создаваться с учетом градостроительных факторов (например, планировочных модулей) и психофизиологических особенностей восприятия, в частности, дистанционного масштаба зрения, известного для условий дневного освещения и транспонированного с определенной модификацией параметров на условия вечерней световой среды (*рис. 42*).

Дистанционный масштаб определяется угловыми размерами видимых (ночью — освещенных) объектов, в том числе людей, их лиц и фигур, и разрешающей способностью глаза в специфическом (нестабильном) режиме его ночной—сумеречной—дневной адаптации. Возмож-

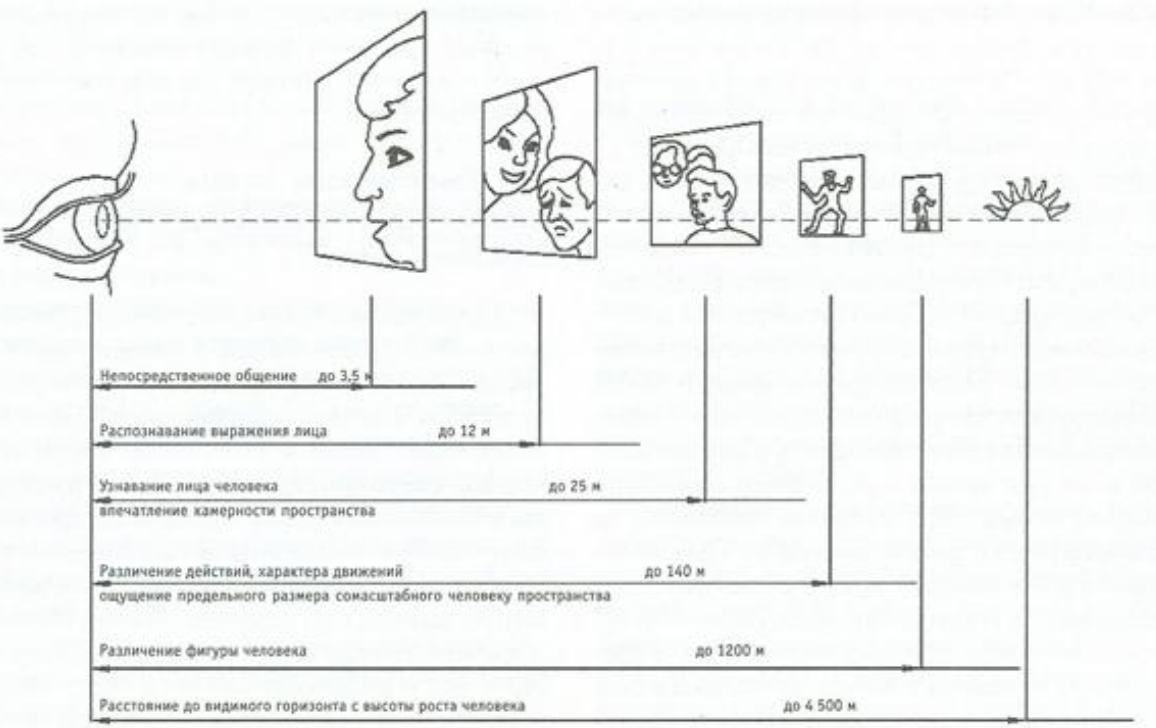


Рис. 42. Дистанционный масштаб зрения: оценка расстояния и размеров пространства через характерные особенности восприятия лица и фигуры человека

ности зрения при восприятии фигуры и лица человека в городском пространстве, зависящие от дистанции наблюдения и условий освещения, накладывают свой отпечаток и на восприятие пространства. Так, при дневном и, предположительно, достаточном искусственном освещении расстояние 2,5 м является обычной «разговорной дистанцией» с возможностью улавливать интонации речи, до 3,5 м — дистанцией непосредственного общения малой группы людей в открытом пространстве, на расстоянии до 12 м можно распознать выражение лица, что способствует развитию индивидуальных контактов, до 25 м — узнать человека в лицо, чтобы эти контакты могли быть установлены или чтобы интуитивно оценить возможные намерения встречного пешехода. Отсюда городские пространства, размеры которых не превышают 25 м, вызывают ощущение камерности, а ночью при достаточном освещении — еще и относительной безопасности. На расстоянии до 140 м при соответствующем освещении различается характер действия человека, а пространства такой протяженности кажутся человеку почти гипертрофированными. Это масштаб средней по размерам городской площади, обеспечивающей условия для возникновения коллективных контактов и социальных мероприятий.

Предельная дистанция, с которой днем различается фигура человека, — 1,2 км, а пластика фасадов — до 2 км. Расстояние до видимого пешеходом горизонта около 4,5 км, а 5 км — предел видимости дальних планов городских панорам.

Приняв величину 1,2 км за предел длины линейного светопространства в пешеходных зонах, имеющего заданные светотехнические параметры, при решении светопланировочных задач, когда третье измерение (высота) является второстепенным, можно сохранить его относительно человеческий масштаб. Хотя, по другим данным, 300 м составляют вероятное расстояние, которое пешеход может преодолеть с легкостью, а для дистанции 450 м он уже может предпочесть транспорт (расстояния больше 450 м обычно находятся за пределами архитектурного масштаба). Пространство более 1600 м в длину представляется слишком большим для городской среды. Величина 4,5 км напоминает о естественных возможностях зрения с высоты человека и может использоваться для крупномасштабной светомодулировки транспортных магистралей, например, с помощью высокомачтовых систем освещения.

В большинстве реальных ситуаций для масштаба светопространства и эмоциональной оценки светового ансамбля не менее важное значение имеет высота светящих или освещенных объектов над горизонтом. Здесь, предположительно, действуют те же закономерности восприятия пространства как замкнутого, полузамкнутого или раскрытого (*рис. 43*) с учетом того, что угловые размеры объектов определяются не только их высотой и удаленностью от зрителя, но и степенью их освещения — по всей высоте или частично. Нередко на улицах освещается лишь нижняя зона фасадов застройки — первый или два—три нижних этажа, обычно с витринами, в других случаях высвечивается лишь венчающий парапет (в виде «световой короны»), «зависающий» в темном окружении, что существенно изменяет восприятие привычных масштабных характеристик зданий, пространств, ансамблей и оценку глубины пространства, т.е. удаленности объектов от зрителя. Освещение венчающих элементов зданий и сооружений, расположенных на большой высоте, дает дополнительный эмоциональный эффект, связанный обычно с непроизвольным и резким движением взгляда вверх при неожиданном появлении на темной периферии поля зрения ярких деталей.

Науке еще предстоит определить и уточнить численные величины большинства из вышеуказанных параметров и найти новые, более совершенные критерии функциональной, экологической и художественной оценки световой среды ночного города.

3.5. Теоретическая модель светопространственной структуры городской среды

Проведенные теоретические, натурные и лабораторные исследования, а также широкомасштабная проектно-практическая проверка их результатов в архитектурном освещении Москвы позволили «сконструировать» **теоретическую модель светопространственной структуры среды** в селитебных зонах города и предложить концептуальные принципы ее построения, которые могут служить методологической основой при решении научных и практических задач освещения и должны обеспечить системный подход, с одной стороны, и разнообразие и свободу творческих решений в любой градостроительной ситуации, с другой, при определенных композиционных предпосылках.

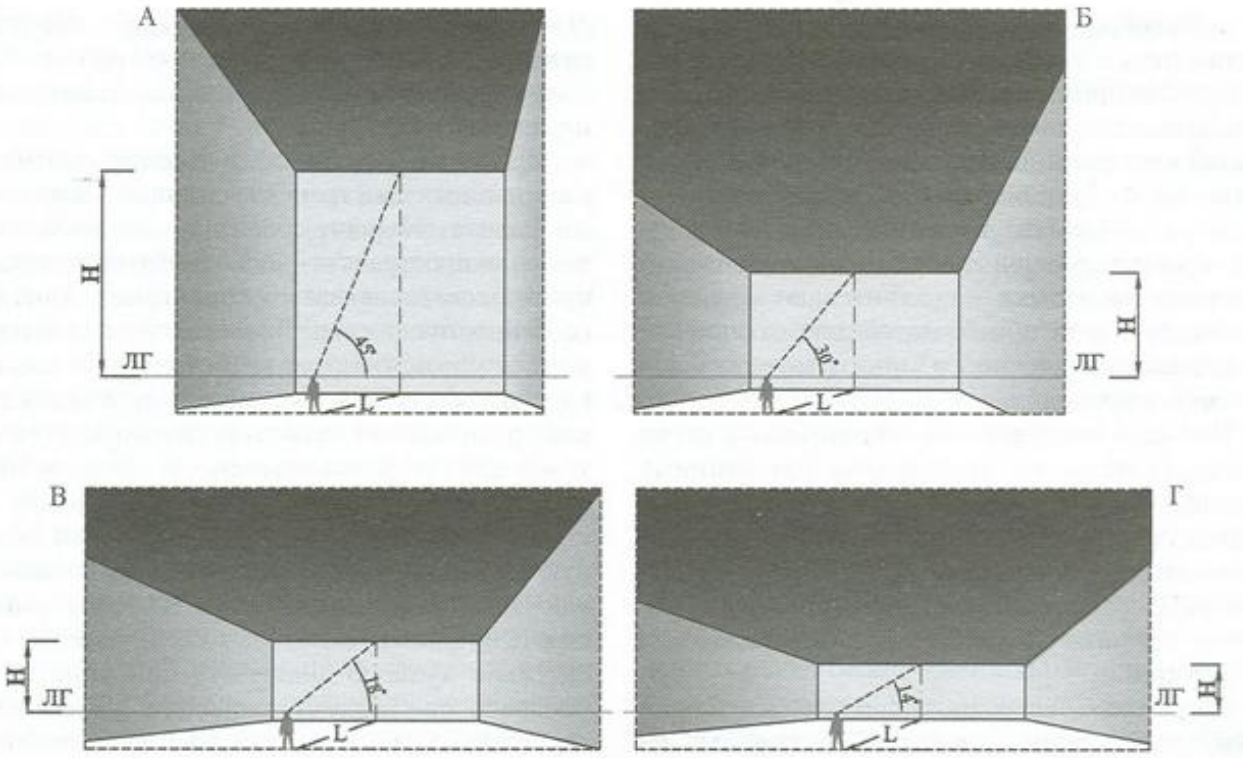


Рис. 43. Восприятие архитектурного пространства в зависимости от угловых размеров формирующих его объектов: А — высота фасада Н равна расстоянию до него L, угол зрения между горизонтом и карнизом здания 45°, ощущение полной замкнутости пространства, хорошие условия восприятия деталей фасада; Б — L = 2Н, угол зрения 30°, нижний предел для создания чувства замкнутости пространства, благоприятные условия восприятия деталей и фасада в целом; В — L = 3Н, угол 18°, чувство минимальной замкнутости пространства, объект еще читается отдельно от дальнего плана, его объемы преобладают над пространством; Г — L = 4Н, угол зрения 14°, отсутствие замкнутости, фасад воспринимается как граница дальнего плана

Построение концептуальной модели предусматривает использование пяти методических принципов:

- **светоцветовую дифференциацию городской территории на основные (разнотипные) структурные элементы**;
- **световую иерархическую дифференциацию каждого из структурных элементов**;
- **масштабную светомодулировку структурных элементов с учетом их типа и категории**;
- **формирование системы световых ансамблей и доминант с использованием структурных элементов разного иерархического уровня**;
- **комплексную разработку светоцветовых и материально-пространственных параметров архитектурной среды**.

Целью **светоцветовой структурной дифференциации** может быть зрительное выявление функционально-планировочной структуры города, его основных структуроформирующих систем за счет обеспечения заметных различий в **уровнях и цветности**, а при необходимости — также в приемах и кинетике их освещения.

Все освещенные пространства селитебной зоны города, как упоминалось, делятся прежде всего на транспортные и пешеходные. Транспортные магистрали и улицы, их пересечения и паркинги выделяются освещением в особую, контрастирующую с пешеходной, систему благодаря четкости ее пространственных границ и требований к количеству и качеству света и световой информации, достаточно полно представленных в действующих нормах.

Освещение пешеходных пространств в системе общественных центров, озелененных и жилых территорий осуществляется на основе их методической классификации на три типа — общения, движения и отдыха. Социально-градостроительная значимость и функциональная специфика каждого из них различна. Пространства общения являются узловыми и наиболее «загруженными» элементами структуры пешеходных пространств.

Их целесообразно выделить на фоне других средствами света и цвета, богатством приемов освещения, разнообразием дизайна элементов осветительных систем, эффективностью установок визуальной информации. Пространства пешеходного движения требуют обеспечения требуемой видимости в линейном направлении, более рациональной, ориентирующей световой информации, а пространства отдыха — сравнительно меньшего количества света при большей декоративности светоцветовых решений и минимуме установок световой информации.

Из этого выявляется принципиальная схема взаимодействия и соподчинения разнотипных светопространств как основных структурных элементов создаваемого светопространства города, позволяющая осуществить структурную оптическую дифференциацию городских пространств — основу светоцветового зонирования городских территорий.

«Палитра» светопространств селитебной зоны, а также система светокомпозиционных параметров и регламентируемых светотехнических характеристик, позволяющих пропорционировать количество света в разных по функции и значимости пространствах, на их «планшетах» и на поверхностях формирующих их объектов, представлена на *рис. 44*.

По количеству света транспортные пространства с характеристиками, регламентируемыми во всем мире сопоставимыми величинами средней яркости или горизонтальной освещенности дорожного покрытия, могут быть приняты за единицу сравнения. Общественно-пешеходные пространства должны выделяться повышенной светлотой окружения и светонасыщенностью, в частности, за счет иной, чем в транспортных зонах, структуры светового поля. Здесь, как и во всех пешеходных пространствах, возрастает значение освещенности в вертикальной плоскости, оцениваемое, например, цилиндрической освещенностью. Важным для светомоделировки лица человека является и соотношение горизонтальной и цилиндрической освещенностей, принятое в модели на основе имеющихся данных в среднем как 1 : 2. В пространствах пешеходного движения количественные показатели уменьшаются вдвое по сравнению с пространствами общения, а пространства отдыха, в свою очередь, в среднем вдвое темнее пространств движения. Это соотношение уровней освещения 4 : 2 : 1 характеризует качественный параметр световой среды — **структурную неоднородность** создаваемых городских светопространств разного типа, но одинакового иерархического ранга.

Зрительные различия в уровнях освещения разнотипных пространств усиливаются цветовыми. Разная цветность общего, адаптирующего освещения пространств — основной отличительной признак светоцветового зонирования. Учитывая особенности сложившейся сегодня ситуации в номенклатуре источников света, применяемых в городском освещении, а также психофизиологические предпочтения по цветности излучения и цветопередаче, теоретическая модель предусматривает следующее распределение ее по типам пространств: транспортные зоны оптически формируются желтым светом натриевых ламп высокого давления, обеспечивающим сигнальную ориентацию и, по данным некоторых исследований, относительно лучшую видимость при пониженной прозрачности воздуха в городе; в общественно-пешеходных светопространствах предпочтителен белый свет с хорошей цветопередачей, придающий им определенную парадность и «солнечность» и позволяющий без заметных искажений показать цвет лиц, тел и одежды людей и колористическое решение архитектурного ансамбля; светопространства отдыха создаются, по преимуществу, холодно-белым, «пленэрным» светом, гармонирующим с зеленым окружением и (или) со снегом; светопространства движения могут формироваться преимущественно источниками теплобелого света, «родственными» желтым источникам в транспортных зонах и созвучным телесным оттенкам лиц и тел пешеходов.

Регламентируемые светотехнические параметры создаются определенными средствами, системами и приемами освещения, «номенклатура» которых сложилась или складывается как характерная для каждого типа пространства. Структурная светоцветовая дифференциация городских пространств осуществляется, в основном, системами их функционального освещения. Приемы этого освещения в транспортных пространствах наиболее традиционны и регулярны, в пешеходных, особенно в пространствах отдыха — более свободны и живописны. Ими, главным образом, формируется масштаб светопространств и характер светораспределения: прямой свет с высоты 10—30 м в транспортных пространствах при шаге излучающих источников, в среднем, 40 м и разно-

образный (прямой, рассеянный, отраженный) свет с высоты 0—5 м в пешеходных пространствах при сомасштабном движущемуся человеку шаге источников 5—20 м.

Уровни освещения фасадов объектов в любом типе пространства, оказывающих наибольшее влияние на свето- и цветопространственные характеристики в пешеходно-общественных зонах, также прогнозируются в теоретической модели и представлены в единой системе параметров.

Цветность архитектурного освещения объектов выбирается по художественным критериям с учетом градостроительной ситуации, их колористических характеристик и цветности функционального (адаптирующего) освещения в зоне нахождения человека.

В зависимости от масштаба светопланировочного проекта и стадии проектирования выбор приемов и кинетики освещения при осуществлении структурной дифференциации может быть более или менее конкретным. В общем случае системы и кинетика освещения своим «консерватизмом» отличают транспортные пространства от пешеходных: в первых — один или два режима (вечерний, ночной) статического функционального освещения, во вторых — от одного до нескольких режимов со статическим и возможным динамическим светом в системах функционального, архитектурного или светоинформационного освещения, в том числе реагирующего на присутствие людей в пешеходном светопространстве.

Световая иерархическая дифференциация осуществляется с целью композиционного соподчинения однотипных по функции, но разных по градостроительной значимости пространств.

Структурная соподчиненность разнотипных светопространств отражает «горизонтальные» связи между основными группами функций, «вертикальные» же связи выражаются иерархической соподчиненностью однотипных пространств разного ранга, что и отражено в теоретической модели.

В зависимости от величины и композиционной структуры города в его структуроформирующих системах выделяются несколько ступеней (уровней, категорий, рангов) пространственной организации (или градостроительного планирования).

Наиболее четко это выражается в градостроительной классификации транспортных улиц и ступенчатой системе обслуживания и административного управления. Они образуют определенную шкалу структурных элементов световой среды в селитебной зоне города.

Оптическая дифференциация однотипных пространств, отличающихся иерархической категорией, осуществляется созданием разницы в их **светлоте, размерах и приемах освещения**. Чем выше категория пространства, тем более высок уровень и разнообразнее приемы его освещения, тем, как правило, больше размеры, т.е. крупнее масштаб светопространства.

Предусмотренный теоретической моделью диапазон рекомендуемых величин средней освещенности разработан на основе данных, полученных аналитическим путем, а также натурными и лабораторными исследованиями: от физиологически минимального уровня светонасыщенности (средняя цилиндрическая освещенность 1 лк в пространствах отдыха низшего иерархического уровня) до уровня, достигнутого в некоторых оживленных общественно-пешеходных пространствах ряда городов мира и вызывающего ощущение парадности, «мажорности», «солнечности», которое должно быть свойственно главным пространствам столичного центра, по крайней мере, в режиме их эффективно-столичного функционирования (средняя цилиндрическая освещенность не мене 40 лк). Для крупнейших и крупных, средних и малых городов, для микрорайонов и поселков верхний предел светонасыщенности пространств их общественного центра пропорционально сокращается. Таким образом, в принятой иерархической системе каждый последующий уровень шкалы однотипных структурных элементов по светонасыщенности в среднем вдвое превышает предыдущий. Это соотношение характеризует создаваемую иерархическую неоднородность однотипных светопространств.

Исходя из оптимальности соотношения $E_г : E_ц = 2 : 1$, с точки зрения светомоделировки объемной формы, определяются рекомендуемые величины средней горизонтальной освещенности в пешеходных пространствах разного типа и категории (в диапазоне от 2 лк в микрорайонных садах до 80 лк в общественном центре столичного города).

Как было установлено экспериментами, средняя яркость фоновой застройки в световом ансамбле должна быть не менее средней яркости дорожного полотна, а средняя яркость выделяемых освещением фасадов — в 3—4 раза более высокой, чем застройки (нормальный яркостный контраст), что и предусмотрено регламентируемыми величинами (*см. рис. 44*).

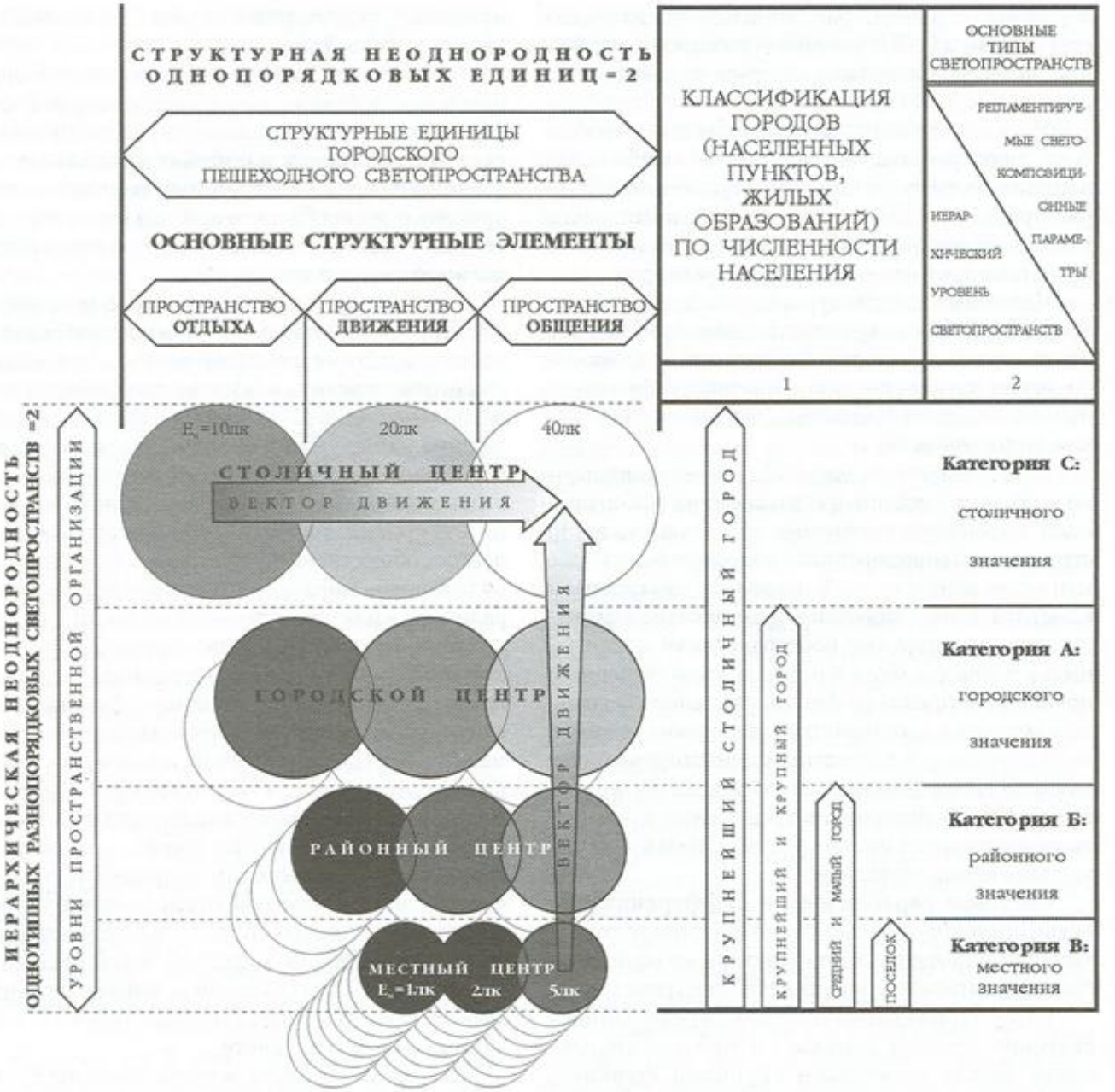


Рис. 44. Система параметров структурно-иерархической и масштабной дифференциации городского светопространства — теоретическая модель светоцветовой структуры среды

ПЕШЕХОДНЫЕ СВЕТОПРОСТРАНСТВА															ТРАНСПОРТНЫЕ СВЕТОПРОСТРАНСТВА								
ОТДЫХА					ДВИЖЕНИЯ					ОБЩЕНИЯ					ПРОЕЗЖИЕ ЗОНЫ					РАЗВЯЗКИ ПЕРЕКРЕСТКИ		СКРЫТЫЕ СТОЯНКИ	
КАЧЕСТВЕННЫЕ			КОЛИЧЕСТВЕННЫЕ		КАЧЕСТВЕННЫЕ			КОЛИЧЕСТВЕННЫЕ		КАЧЕСТВЕННЫЕ			КОЛИЧЕСТВЕННЫЕ		КАЧЕСТВЕННЫЕ				КОЛ.	КАЧ.	КОЛ.	КАЧ.	КОЛ.
ПРОТЯЖЕННОСТЬ СВЕТОПРОСТРАНСТВА	ДОМИНИРУЮЩАЯ ЦВЕТНОСТЬ	КИНЕТИКА ОСВЕЩЕНИЯ	$\frac{E_г}{E_ц}$, лк	$\frac{L_ф}{L_а}$, кд/м²	ПРОТЯЖЕННОСТЬ СВЕТОПРОСТРАНСТВА	ДОМИНИРУЮЩАЯ ЦВЕТНОСТЬ	КИНЕТИКА ОСВЕЩЕНИЯ	$\frac{E_г}{E_ц}$, лк	$\frac{L_ф}{L_а}$, кд/м²	ПРОТЯЖЕННОСТЬ СВЕТОПРОСТРАНСТВА	ДОМИНИРУЮЩАЯ ЦВЕТНОСТЬ	КИНЕТИКА ОСВЕЩЕНИЯ	$\frac{E_г}{E_ц}$, лк	$\frac{L_ф}{L_а}$, кд/м²	ПРОТЯЖЕННОСТЬ СВЕТОПРОСТРАНСТВА	ДОМИНИРУЮЩАЯ ЦВЕТНОСТЬ	КИНЕТИКА ОСВЕЩЕНИЯ	$\frac{L_{min}}{L_{max}}$	$\frac{L_{ад}, кд/м²}{E_г, лк}$	ДОМИНИРУЮЩАЯ ЦВЕТНОСТЬ	$L_{ад}$, кд/м²	ДОМИНИРУЮЩАЯ ЦВЕТНОСТЬ	$E_г$, лк
3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
до 25 м	холодно-белая (ДРЛ, МГЛ, ЛЛ)	вечернее-ночное/сезонное	20/10	10/25	до 1200 м	тепло-белая (МГЛ, ЛЛ, НЛВД "white")	вечернее/будничное-праздничное	40/20	15/50	до 250 м	солнечно-белая (МГЛ, ЛЛ, QL, ДКс)	вечернее-ночное/будничное-праздничное/сезонное	80/40	20/75	до 4500 м	желтая (НЛВД)	вечернее (ночное)	0,6	1,6-2,0/20-30	холодно-белая (МГЛ, ДКс)	1,8-2,4	желтая (НЛВД)	10
до 25 м			10/6	6/15	до 500 м			20/10	10/25	до 130 м			40/20	15/50	до 3000 м			0,6	1,0-1,6/15-20		1,2-1,8		6
до 12 м			5/3	4/12	до 250 м			10/5	6/15	до 60 м			20/10	10/30	до 1500 м			0,4-0,6	0,4-1,0/10-15	желтая (НЛВД)	0,8-1,2		4
до 5 м			2/1	3/8	до 130 м			5/2	4/12	до 25 м			10/5	6/15	до 800 м			0,4	0,3-0,4/4-6		0,4-0,6	холодно-белая (ДРЛ)	2

Принятые обозначения и сокращения:

$E_г$, $E_ц$ – средняя горизонтальная и цилиндрическая освещенность, лк;

$L_о$, $L_а$, $L_{ад}$ – средняя яркость освещаемых объектов, акцентируемых элементов, дорожного полотна, кд/м^2;

ДРЛ, МГЛ, ЛЛ, ДК$_с$ – дуговые ртутно-люминесцентные, металлогалогенные, люминесцентные, дуговые ксеноновые лампы;

НЛВД, (*«white»*), *QL*, *LED* – натриевые лампы высокого давления (в т.ч. «белого» света); индукционные лампы; светодиоды.

Единая цветность общего функционального освещения в пределах каждого типа пространства постоянна и служит объединяющим фактором.

Как и структурная, иерархическая дифференциация осуществляется, в основном, системами функционального освещения территорий.

Масштабная светомодулировка городских пространств осуществляется на основе их структурно-иерархической дифференциации, выполненной в соответствии с двумя первыми методическими принципами, системами функционального и, дополнительно, архитектурного освещения с учетом их типа и категории.

Из композиционных аспектов формирования световой среды города наиболее значителен для ее архитектурного образа, для «психологического климата» в ней и наиболее подвержен изменению под влиянием искусственного освещения масштаб пространства. Он определяется геометрическими размерами пространства и формирующих его объектов и характеристиками функционального, архитектурного и, в определенных ситуациях, светоинформационного освещения. Известны размеры архитектурных пространств, при которых те кажутся при дневном освещении замкнутыми или раскрытыми, камерными или гипертрофированными. Если учесть уже некоторые зрительные иллюзии в восприятии пространства при искусственном освещении, можно в первом приближении принять дневные параметры (угловые размеры объектов, расстояния наблюдения) для создания оптимальных по масштабу моно- или полифункциональных светопространств в соответствии с их иерархическим уровнем. Например, если столичный или городской общественно-пешеходный центр является пространством, недоступным единовременному восприятию, его можно оптически расчленить на масштабные светопространства, соизмеримые с возможностями ви́дения человека — пешехода или пассажира, — масштабные единицы восприятия, т.е. световые ансамбли площадей, фрагменты улиц и ландшафтно-рекреационных комплексов.

Светомодулировка является приемом пространственной ритмизации городской среды путем пропорционирования количества и качества света с целью ее структурного масштабирования и визуального разнообразия.

Некоторые общие светокомпозиционные характеристики разных типов пространств селитебной зоны вытекают из особенностей их объемно-планировочного решения и зрительного восприятия.

Транспортные пространства, в условиях города обычно физически ограничиваемые с двух сторон застройкой, посадками деревьев и (или) опорами уличных светильников, а снизу — однообразным дорожным полотном, характеризуются очевидной линейностью урбанистической формы. Вечером транспортное светопространство приобретает более или менее выраженную монотонность и «зрительную агрессивность» [40] из-за однообразно-метрического ритма многочисленных типовых, нередко дискомфортных по яркости светильников, из-за относительно гомогенной яркости (или метрической пятнистости) одноцветного дорожного полотна и примитивности или хаоса иных светящих элементов в поле зрения. Эта монотонность и агрессивность могут быть преодолены, во-первых, светомодулировкой линейного пространства — организацией более сложного светового ритма за счет введения светоцветовых акцентов (повышения уровней, изменения цветности или масштаба освещения и т.п.) на перекрестках, развязках, в раскрытиях световых перспектив и, в некоторых возможных ситуациях, адаптационных пауз. Частота этих акцентов и пауз, создаваемых главным образом системами функционального освещения, определяется скоростью движения по трассе и существующими планировочными модулями. Во-вторых, зрительное разнообразие окружающей среды обеспечивается композиционным включением в видовые кадры освещенных объектов, рассчитанных на восприятие из транспорта в движении за короткое время. В подобных ситуациях целесообразно строить световую композицию на использовании светоцветовых контрастов, на лаконичных соотношениях освещенных крупных элементов, на прорисовке свето—цветом характерного силуэта и многоплановости застройки, доминант и ориентиров, т.к. детали и нюансы плохо воспринимаются в этих условиях. Улица — наиболее благоприятный случай для использования в художественных целях возможностей зрительной трансформации глубины пространства средствами освещения.

При многоэтажной застройке возможно использование вертикального светоцветового зонирования с изменением цветности, яркости, формы и размеров освещаемых и светящихся элементов по высоте фасадов.

Для пешеходных пространств в целом и, в первую очередь, пространств общения в силу их социокультурной значимости необходимы оригинальные светоцветовые решения с использованием всех трех групп освещения — функционального, архитектурного и светоинформационного, при главенстве, в общем случае, архитектурного освещения. Здесь повышается внимание к качеству и масштабным характеристикам освещения, к выявлению деталей, к четкой ориентации пешеходов. Этот тип светопространства должен играть роль своеобразного фокусного центра в городской среде, вызывающего наиболее сильные эмоционально-эстетические впечатления.

Масштабная светомодулировка общественных и других пешеходных пространств должна ориентироваться на дистанционный масштаб зрения: чем выше иерархический уровень пространства, тем более вероятны групповые контакты людей и массовые процессы, для которых освещением должны быть созданы соответствующие условия ви́дения (*см. рис. 41, 42*).

Светомодулировка пространств пешеходного движения может быть подчинена задаче психологического облегчения пути за счет сокращения расстояний, поэтому здесь возможны все способы оптической трансформации глубины пространства — изменением уровней его светонасыщенности и регулированием яркости и цветности освещения поверхности земли и фасадов разноудаленных объектов.

В пространствах отдыха главная задача освещения — выявление положительного потенциала конкретного места и создание необходимых эмоциональных качеств освещением. Поскольку отдых связан, главным образом, с потреблением эстетической информации, организующим началом светового решения служит декоративное освещение зелени, малых форм, элементов ландшафта и благоустройства. Размеры создаваемых светопространств отдыха относительно наименьшие — они не предусматривают активных массовых процессов, а ориентируются на возможности узнавания человека в лицо на небольшом, более предпочтительном для данной ситуации расстоянии.

На основе дистанционного масштаба зрения (*см. рис. 42*) в теоретической модели разработана масштабная шкала светопространств, учитывающая их тип, категорию и общеупотребительные планировочные модули. Вместе с расстояниями по горизонтали, прочитываемыми пешеходом по освещенному «планшету» и освещенным, узнаваемым объектам среды, важную роль в формировании масштаба светопространства играют вертикальные размеры элементов световой композиции, при которых создается ощущение различной степени его замкнутости. Освещая объекты на всю высоту или частично, а территорию ансамбля по всей площади или фрагментарно с той или иной равномерностью, и применяя при этом различные по высоте опоры фонарей, светильники ограниченного или неограниченного светораспределения, свет разной интенсивности и цветности, можно зрительно в широком диапазоне трансформировать масштабные и другие визуальные характеристики световой среды с целью достижения нужного эффекта.

Итак, основными средствами светомодулировки пространств являются уровень, равномерность и цветность освещения, определяемые особенностями применяемых систем освещения и архитектурно-планировочной композиции.

Формирование системы световых ансамблей и доминант разного иерархического уровня осуществляется на разных стадиях проектирования. Во-первых, должны быть созданы ясно выраженные гармоничные соотношения, связи между разнотипными однопорядковыми структурными элементами, что приведет к образованию светового ансамбля определенного иерархического уровня — от столичного (агломерационного) до местного или, далее, до микроуровня, например, площадки отдыха в жилом дворе. Во-вторых, соподчинение таких разнопорядковых световых ансамблей создаст композиционно-урбанистическую систему, зрительно отражающую функциональную и архитектурно-пространственную структуру города, его зон и районов. Так, средствами освещения наиболее органично реализуется в ночном городе переход от его макромасштаба к человеческому микромасштабу среды для конкретного пешехода.

Каждый световой ансамбль подразумевает наличие доминанты, которой соподчиняются другие его элементы. Категория, масштаб и значимость этой доминанты определяются ее культурно-исторической ценностью и условиями ее ви́дения в светопанорамах города и его ансамблей. Днем увеличенные по отношению к окружающей застройке габариты любого объекта вне зависимости от его архитектурных и функциональных качеств автоматически превращают его в доминанту застройки, в ряде ситуаций нежелательную по стилевым или композиционным соображениям. Воз-

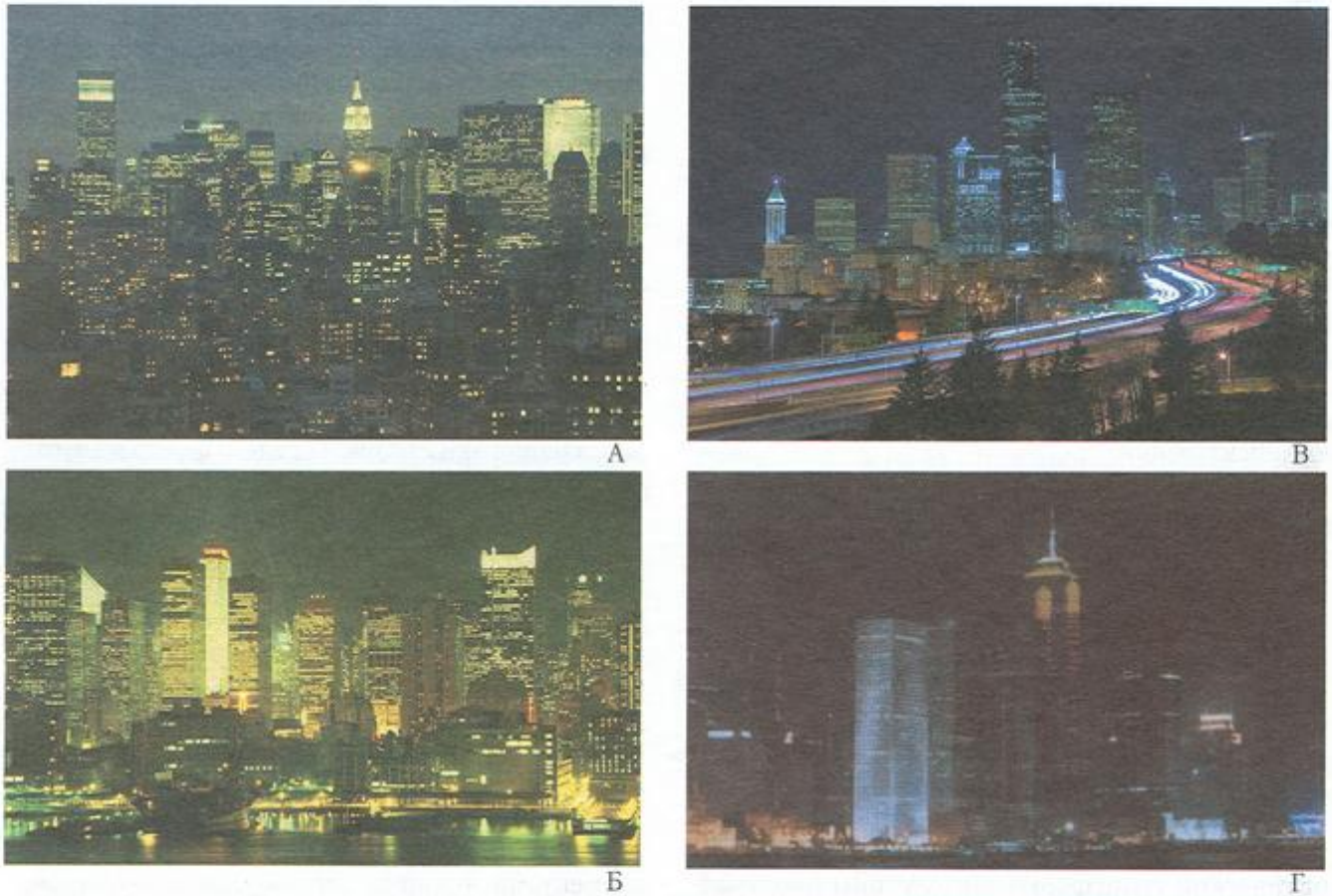


Рис. 3.11. «Реальные» световые доминанты в городах: А, Б — Нью-Йорк; В — Сиэтл; Г — Гонг-Конг. Освещаемые целиком или частично здания становятся доминантами ночных светопанорам на фоне стихийно светящих «перфораций» окон неосвещенной застройки

можности создания архитектурно необходимых в вечернем городе световых доминант имеют принципиальное и выигрышное отличие по сравнению с дневным временем. Во-первых, вечером доминантами становятся не все видимые днем крупногабаритные, а лишь освещаемые с необходимой интенсивностью и на всю высоту или по всей площади фасадов объекты, которые можно назвать **реальными доминантами** (*рис. 3.11*). Это позволяет оставить в темноте не заслуживающие внимания и, прежде всего, уродующие силуэт города или его панораму высокие или протяженные объекты (дымовые трубы, брускообразные высотные здания, длинные корпуса производственных сооружений и т.п.), освещая лишь сооружения, имеющие привлекательные очертания и расположенные в необходимых по соображениям светоурбанистической композиции местах.

Во-вторых, в городе светом, современными техническими средствами — «кинжальными» пучками света мощных прожекторов или лазерными лучами (*рис. 3.12, 3.13*), могут быть созданы композиционно необходимые, но физически отсутствующие «виртуальные» доминанты. Доминантный свет зенитных прожекторов над затемненными городами, как уже упоминалось, известен у нас со времен Великой Отечественной войны. Современные прожекторы с мощными разрядными и дуговыми источниками хорошо различимого на фоне ночного неба голубовато-белого или цветного света, установленные в определенных точках города, превращают их в характерные ориентиры и фокусные места вечерних светопанорам (пристани для *«Bateaux-mouches»* на Сене в Париже, крупные рынки, спортивные и торгово-общественные комплексы в Москве, Новом Орлеане и Гонконге (*рис. 3.14*), небоскребы в Стамбуле и Тель-Авиве (*рис. 3.15*) и т.п.). Аналогичные вращающиеся прожекторы на вершине Эйфелевой башни в Париже (эпизодически с 1889 по наши дни), на телебашне в Восточном Берлине в 1970-е годы, трехцветные (бело—сине—красные) лучи

Рис. 3.12. «Виртуальная» светодинамическая доминанта высотой в километр, созданная лучами света зенитных прожекторов *Ireos Pro*: открытие Амфитеатра *Verizon* в Сан-Антонио, штат Техас

над конференц-залом мэрии (бывший СЭВ) на Новом Арбате в Москве (*см. рис. 2.50*) или временные лазеры на Останкинской телебашне (1996), на мемориальных сооружениях в центре Вашингтона (1980) и на Эмпайр-стейт-билдинг (1981) в Нью-Йорке (*рис. 3.16*), на многих других достопримечательных объектах усиливают доминантную роль в городе. В ряде нереализованных проектов («световая корона» статуи Свободы, задуманная ее автором скульптором Ф.О. Бертольди, освещение небоскреба «Бесконечная башня» в районе Дефанса по неосуществленному конкурсному проекту Ж. Нувеля и Я. Керсале, один из нереализованных конкурсных проектов «восстановления» храма Христа Спасителя в виде нарисованного в воздухе лазерными лучами виртуального объема и т.п.) также предполагалось использование выразительного потенциала систем искусственного освещения для повышения эффекта доминантности этих сооружений. Наконец, последняя, самая крупномасштабная реализация идеи виртуальных доминант — две световые «башни» (*The Towers of Light*) на месте разрушенных террористами в сентябре 2001 года близнецов-небоскребов Международного торгового центра в Нью-Йорке — просуществовала в 2002 году лишь месяц, но произвела на жителей города и очевидцев неизгладимое впечатление (*рис. 3.17, 3.18*).

В проектной практике реализация теоретической модели светопространственной структуры городской среды может служить основой разработки нового раздела «световой урбанизм» (более привычно — «архитектурное освещение») в составе любого планировочного проекта — от генплана города до плана застройки или плана комплексного благоустройства участка городской территории. Подобные разработки имели у нас пока автономный характер, т.к. осуществлялись на основе существующих или уже запроектированных объемно-планировочных решений и поэтому не имели целью и не могли внести в последние, для достижения максимального эффекта, существенных коррективов. Так, для Москвы нами разработан ряд концептуальных светопланировочных проектов разного масштаба (световые ансамбли Тверской улицы, Олимпийской деревни-98, Лужников), в которых реально решались лишь задачи архитектурного освещения фасадов застройки, т.е. только часть комплекса задач по созданию благоприятной вечерней среды города. В других проектах, наоборот, автономно, без разработки систем архитектурного и светоинформационного освещения формулируются и реализуются светопространственные задачи среды в пешеходных зонах в системе задач комплексного благоустройства жилых территорий (ЭЖР «Куркино»).

Вышеизложенные принципы более эффективно решаются при **комплексной разработке свето-цветовых и материально-пространственных параметров архитектурной среды**, предопреде-

А

Б

Рис. 3.13. А — световые столпы в зоне информации Олимпийских игр в Солт Лейк Сити в 2002 году; Б — световые колонны-скульптуры у Агентства занятости майя в пригороде Порто (Португалия)

А

Б

Рис. 3.14. А — крытый спортивно-зрелищный центр «Супер-дом» в Нью-Орлеане, штат Луизиана — «горизонтальная» доминанта, превращаемая в вертикальную «кинжальными» лучами мощных прожекторов; Б — «Конвеншн-центр» в Гонг-Конге, доминантное местоположение которого на побережье выделяется светом зенитных прожекторов

ляющей их органичную взаимосвязь. Процесс создания световой среды подразумевает не только выявление сложившихся особенностей городской структуры, но и активное взаимодействие ее материальной и световой составляющих, придающее ей новые визуальные и функциональные качества. Бессмысленно освещать уродливую архитектуру или неблагоустроенный пейзаж (хотя технически есть полная возможность представить их декоративно привлекательными) — нужно привести их в надлежащий вид по сценарию, предусматривающему, в том числе, и выразительное световое решение. Иными словами, проектирование и реализация осветительных установок любой группы связана в большинстве случаев с формированием художественно-полноценной материально-пространственной структуры среды с «конструированием» выразительной объемно-пластической формы — с благоустройством и озеленением территорий, с размещением малых форм и элементов визуальной информации.

В современной архитектуре системы встроенного и локального освещения должны и нередко влияют на решение пластической и цветовой структуры фасадов, требования эффективности освещения транспортных и пешеходных зон приводят к применению «осветленных» дорожных покрытий, к использованию «инкорпорированных» в них и в элементы ограждений проезжей части и тротуаров светильников и т.п., а многие осветительные установки выполняют роль малых форм в городской среде (фонари, светящие скульптурные формы).

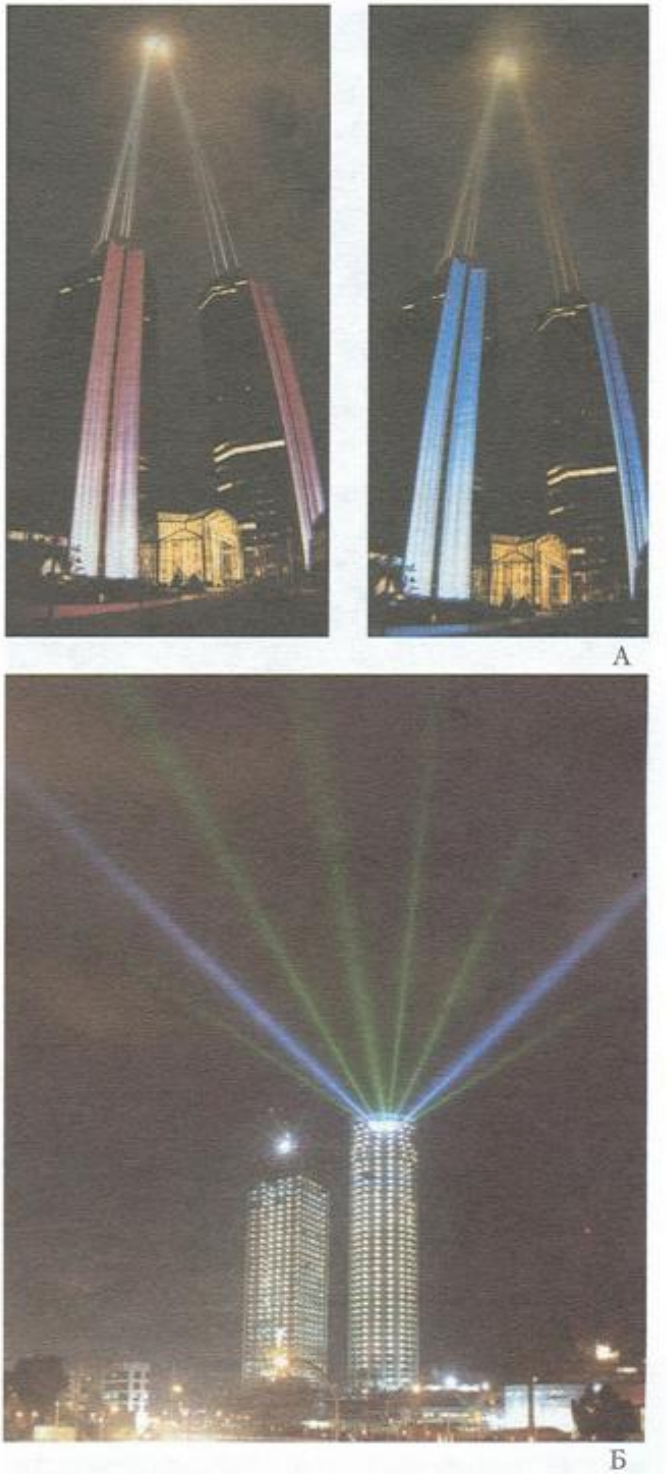
Поэтому, если принять за аксиому тезис о том, что **искусственная световая среда должна стать в жизни города равноправной в своей роли и в своих качествах дневной среде**, при создании ее материально-пространственной структуры не

могут не учитываться необходимость, возможности и специфика ее искусственного освещения и зрительного восприятия. В первую очередь, это должно отразиться на философии и методологии архитектурного и дизайнерского творчества и, конкретно, на архитектуре новых, светонесущих (светообеспеченных органично встроенным светом) зданий и сооружений. Необходим принципиальный переход от их «подсветки» или «светового оформления» к «световой архитектуре» — безошибочному и качественному показателю ее современности: свет — вечный материал, но он всегда современен в архитектуре [18] и всегда делает архитектуру современной. Кроме того, комплексное создание среды в будущем подразумевает разработку не только материально-пространственных и свето-цветовых, но и других параметров (звуковых, температурно-влажностных, аэродинамических, запаха и т.п., с чем еще в середине XX века экспериментировали Б. Фуллер, Н. Шеффер и позже — Ж.-М. Жарр) [36], функционирующих по заданным программам или автоматически реагирующих на изменение внешних, природных, социальных, фоновых условий и синестезически воздействующих на органы чувств человека. Это усилит общий эмоциональный эффект при сравнительно невысокой интенсивности каждого из параметров в отдельности. Такие примеры за рубежом уже появились и активно обсуждаются в профессиональной прессе, в частности, в рамках термина «медиаархитектура».

В ряде работ, имеющих прогностический характер — в концепциях световых ансамблей Садового и Бульварного колец в Москве, центральных проспектов и площадей в Астане, — сделаны шаги в этом направлении и предложен комплекс мероприятий по реконструкции систем функционального освещения вместе с преобразованием материальных элементов среды — мощения и озеленения, фасадов зданий и городской «мебели», малых форм и парковых скульптур, произведений монументального искусства и систем визуальной информации.

Подобный комплексный характер имеют и светоурбанистические работы французских дизайнеров Р. Нарбони, Ж. Берна, А. Гийо, Л. Фашар и других, выполняющих автономные проекты освещения или, все чаще — вместе с градостроителями, — проекты освещения как раздела реконструктивно-планировочных проектов [67, 68].

Практическое использование теоретической модели возможно как в проектировании, так и в



А

Б

Рис. 3.15. А — башни Сабанги-центра в Стамбуле (западный район Левент) — 4000—7000-ваттные прожекторы *Color Art* на кровлях нацелены на единую кульминационную точку в ночном небе на высоте нескольких километров (светодизайн — Т. Авачи); Б — небоскребы Азриэли-центра в Тель-Авиве: восходящие веером лучи мощных ксеноновых прожекторов *Spase Cannon vH* с высоты 50-го этажа усиливают доминантную роль самых высоких зданий в Израиле. 1999 год

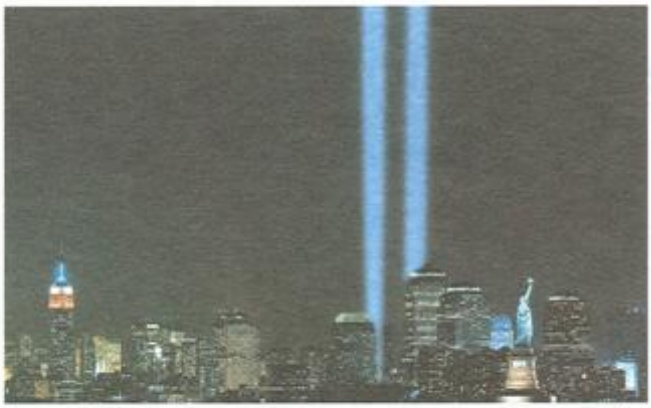
А

Б

Рис. 3.16. А — аргоновые лазеры и зеркала у памятника Линкольну в Вашингтоне — световое шоу «Источник» (светодизайн — Р. Кребс), 1980 год; Б — световой аттракцион лазерных лучей по поводу 50-летнего юбилея здания Эмпайр-стейт-билдинг в Нью-Йорке. 1981 год

аналитических исследованиях. Она обеспечивает системный подход в изучении и решении задач формирования световой среды и комплексность рассмотрения выдвинутых концепций светокомпозиционных параметров, отражающих современный уровень научных зданий в этой области. В частности, с применением модели может быть преодолена общепринятая методика раздельного проектирования, регламентации и расчета систем функционального, архитектурного и светоинформационного освещений, реально сосуществующих в едином пространственном ансамбле. Эта модель не привязана жестко к какой-либо определенной градостроительной схеме и допускает возможность ее широкой модификации в зависимости от конкретной ситуации — от величины города или его фрагмента, от планировочной структуры и характера застройки, от имеющихся технических и финансовых возможностей, что характеризует ее универсальность и гибкость и предоставляет необходимую творческую свободу в проектной деятельности. Отличительными чертами светопространственной структуры, разработанной на основе модели, являются определенные ассоциации с естественным освещением: светомасштабные модуляции в создаваемой среде в принципе аналогичны природным — большие по размерам светопространства светлее меньших в иерархии однотипных пространств, площади светлее, «солнечнее» улиц той же категории, улицы светлее парковых аллей (в природе в поле днем больше света, чем на поляне, поляна светлее просеки, которая, в свою очередь, светлее тропинки в лесу), что должно вызывать естественные, положительные ассоциации при восприятии. Главные по своей градостроительной роли пространства и комплексы решаются в светокомпозиционном отношении богаче второстепенных, чем подчеркивается их социальная ценность. В то же время специфика вечернего облика и зрительной адаптации сохраняется — восприятие световых ансамблей и освещенных объектов на фоне темного неба и окружения будет сопровождаться особыми, свойственными лишь искусственному освещению эмоционально-пространственными впечатлениями.

Светокомпозиционные характеристики пространств, усложняющиеся в соответствии со структурно-иерархической системой от второстепенных к главным, от малых к большим, создают динамическую непрерывность и зрительную ориентированность городского пространства. «Вектор движения» существует в каждой структурной единице, в каждом световом ансамбле и в городе в целом от периферии к центру, от полусветлых зон отдыха к светонасыщенным общественным зонам за счет эффекта адаптации и интуитивного желания человека идти на свет. В результате создаваемая светопространственная структура в определенной степени организует и оптимизирует движение и функциональные процессы в ночном городе, особенно в пешеходных зонах. Тем самым, почти исчезнувший с массовым вторжением транспорта в городскую среду и крайне необходимый приоритет в ее благоустройстве в области освещения вечером отдается пешеходу.



А

Б

Рис. 3.17. Светопанорамы Нью-Йорка с мемориалом *«Tribute in Light»* — в марте 2002 года лучи 88 мощных прожекторов прорисовали в воздухе габаритные вертикали двух «погибших» небоскребов-«близнецов» Международного торгового центра (идея — Д. ла Вердьер, П. Миода, Д. Беннетт, Г. Боневарди, светодизайн — П. Маранц)

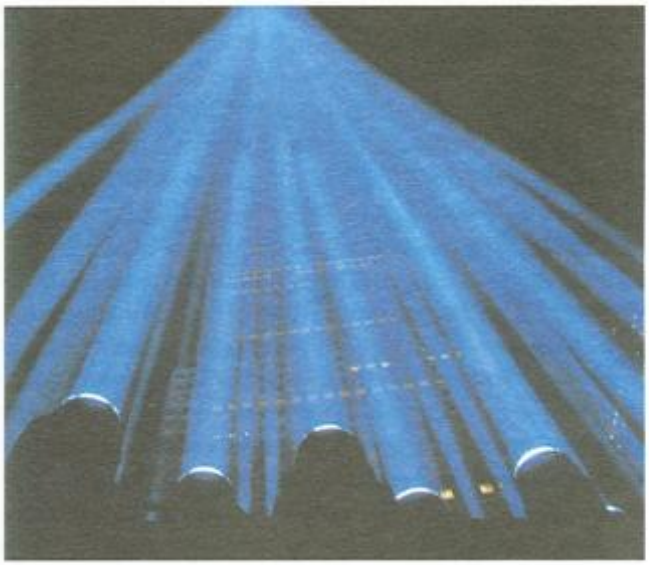


Рис. 3.18. Столпы световых вертикалей мемориала *«Tribute in Light»*, созданных прожекторами *Spase Cannon*, были видны на высоту 6—7 км — насколько мог их видеть глаз

Таким образом, концепция формирования искусственной световой среды города — это теоретическая и методологическая основа современного, целостного и эффективного решения функционально-художественного освещения как раздела комплексного благоустройства городских территорий и ансамблей любого назначения и масштаба, на любой стадии проектирования. Суть ее заключается в принципиально новом отношении к вечерней среде и архитектуре города, их качеству, средствам и методам создания. Согласно концепции, **искусственная световая среда — это вторая зрительная «ипостась» архитектурной среды города, второе образное ее состояние, сопоставимое по значимости и альтернативное по впечатлению дневной**. Приоритет в создании световой среды на данном этапе развития должен отдаваться пешеходу, чего нет в действительности. Она должна обладать современным уровнем визуального комфорта, экологии и эстетики, что обеспечит благоприятный психологический климат в городских пространствах и сделает ее более гуманной, экологически и социально эффективной. Эти качества достигаются в процессе творческой деятельности, рассматриваемой как новая ветвь профессии зодчего или дизайнера, и основанной на использовании традиционного арсенала теоретических и практических средств и методов организации архитектурно-градостроительной формы и богатого специфического потенциала выразительности рукотворного и управляемого искусственного света при постоянно растущих технических возможностях в этой области.

Глава 4.
ГОРОД КАК ОБЪЕКТ СВЕТОУРБАНИСТИЧЕСКОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ

Новизна проблемы «светового урбанизма» для градостроительного, архитектурного и дизайнерского проектирования сказывается в недостатке опыта и отсутствии апробированной методологии выполнения этого специфического раздела проектов, в том числе, в неразвитости системы проектной документации на разных стадиях разработки проектов планировки и застройки, строительства и реконструкции объектов любого масштаба. Большинство существующих методов и компьютерных программ в этой области предназначено, в основном, для совершенствования светотехнических расчетов, а в проектах освещения отдельных объектов — для визуализации предварительно принятых схем расстановки осветительных приборов с заданными параметрами на двухмерном или трехмерном цветном изображении проектируемого и освещаемого объекта. Однако эти программы в творческом отношении и в плане достоверности изображения пока еще несовершенны для ансамблевых (средовых) объектов и не приспособлены для решения светоурбанистических (светопланировочных) задач. Поэтому актуальной остается задача совершенствования методологии комплексного проектирования искусственной световой среды, включая состав и графическое представление проектного материала как нового раздела, интегрированного в общий процесс архитектурно-градостроительной и дизайнерской деятельности по созданию визуально комфортной среды обитания и эстетически полноценного образного мира города.

Исходя из градостроительных целей формирования искусственной световой среды, можно выделить три группы взаимосвязанных и наиболее значимых, отличающихся по жанру и стадиям проектной разработки задач, — **светопланировочные, светопространственные и образно-художественные**. Особую группу образуют традиционно **дизайнерские** задачи по стилевому решению элементов осветительных установок.

В современной отечественной практике существуют два основных жанра архитектурного проектирования — градостроительное и объемное. Ландшафтное и средовое дизайнерское проектирование лишь относительно недавно выделились в самостоятельные направления и активно осваивают свой профессиональный язык.

Авторская методология проектирования освещения предусматривает аналогичную традиционной структуру: **«светоурбанистическим» проектированием называется профессиональное решение проблем взаимодействия искусственного света и города как пространственного организма, «светообъемным» проектированием — решение проблем взаимодействия света и материальной формы** (объема, пластики, цвета) архитектурных, ландшафтных и дизайнерских объектов. Тот и другой вид проектов может быть самостоятельной работой или одним из разделов градостроительного (в первом случае) проекта планировки и застройки города, зоны, района, ансамбля или проекта (во втором случае) строительства, реконструкции, реставрации объемного объекта. Освещение объектов ландшафтной архитектуры, оперирующей планировочными и объемными (деревья, кусты) элементами, и дизайн-проекты фрагментов городской среды в определенной мере сочетают обе эти методологии.

Светоурбанистическое проектирование может рассматриваться как преимущественно концептуальное, которое, в зависимости от масштаба и специфики решаемых задач, включает принципиальную разработку световых планов, световых ансамблей и панорам, светового силуэта и т.п. Оно, в частности, тесно связано с «классическими» градостроительными проблемами организации и совершенствования городской среды, обособившимися в последние годы в нашей практике в раздел генплана, называемый «комплексное благоустройство территории» с автономным подразделом «архитектурно-художественное освещение».

Светообъемное проектирование по своему характеру более предметно, ибо связано с решением задач образной интерпретации физически существующих в городском пространстве и реально

воспринимаемых зрением (при наличии света) искусственных и природных форм. Творческий поиск художественно-светового образа можно выделить в эскизно-концептуальную стадию светообъемного проектирования, а конкретную светотехническую проработку этого образа — в рабочую стадию проекта.

Каждый последующий масштабно-пространственный уровень светоурбанистического, а за ним и светообъемного проектирования — от светового генплана до освещения конкретного объекта и дизайна элементов систем функционального, архитектурного и светоинформационного освещения, — характеризуется усилением детализации и увеличением количества регламентируемых параметров освещения на нижних (рабочих, предметных) уровнях, в то время как верхние (концептуальные) уровни светоурбанистического планирования оставляют возможность для значительно большей свободы действий. Как и в традиционном градостроительном проектировании, преемственность светоурбанистической документации должна обеспечиваться путем развития планов нижнего уровня из более верхнего и реализации идей светового урбанизма в светообъемном проектировании, хотя на практике пока преобладает опережающая разработка детальных стадий — «штучное» светообъемное проектирование.

4.1. Исторические и методологические основы светового урбанизма

Светоурбанистическое проектирование как новая ветвь профессиональной деятельности начинает формироваться в конце 80-х годов XX столетия на базе ранее выполненных фрагментарных теоретических разработок в этой области и мирового практического опыта городского освещения, ретроспектива которого изложена в *Главе 2*. Факторы, способствовавшие этому в Европе, в начале 90-х годов прошлого века изложил ведущий французский светодизайнер Р. Нарбони:

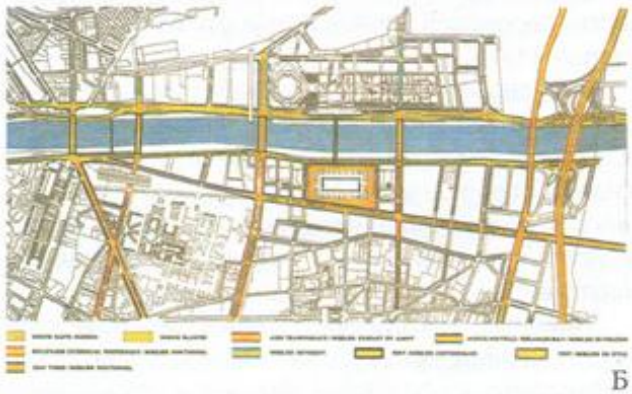
- децентрализация власти и передача управления городским хозяйством, в том числе освещением, местным органам;
- развитие европейской интеграции, стимулировавшее соперничество региональных столиц, освещение которых было одним из способов выделиться на фоне других;
- вступление в эру коммуникаций, где возможности искусственного света становятся все более привлекательными для СМИ и общества;
- реализация масштабных градостроительных проектов (например, Ф. Миттераном в Париже), архитектурное качество которых, эффектно подчеркнутое освещением, — свидетельство экономического подъема города;
- эволюция образа жизни города, в котором вечерние часы, особенно в зимний период, играют все более важную роль в сфере отдыха. Горожанин, благодаря хорошему освещению, привыкает к новой городской культуре, к определенному качеству городской жизни, комфорта и визуального удовольствия.

Сегодня французские дизайнеры далее всех продвинулись в этом жанре проектов, выполняемых ими для многих стран мира. У них уже сложилась определенная система проектных документов, отличающихся друг от друга по своим целям и задачам, составу работы и ее методике, масштабу и расчетным срокам реализации.

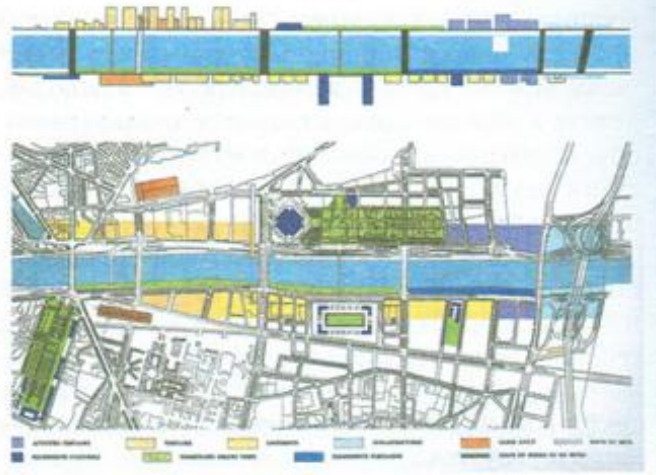
Наиболее глобальным и концептуальным документом является «Генеральная схема светового благоустройства» (*Le schéma directeur d'aménagement lumière —Sdal*), которая разрабатывается обычно авторским коллективом как светопланировочный раздел генплана города или как раздел «Генеральной схемы благоустройства и урбанизма» (*Le schéma directeur d'aménagement et d'urbanisme*) городской зоны, квартала, участка. Световая генсхема рассчитана на период осуществления 15—20 лет и обычно сопровождается крупными реконструктивными работами по общему благоустройству территории, предусмотренными урбанистическим проектом. В ней решаются принципиальные светокомпозиционные задачи, связанные, в основном, с типологией освещения городских пространств и территорий — выделение светом главных осей и узловых точек планировочной структуры, значимых ландшафтных элементов — водоемов, зеленых массивов и характерных складок рельефа, а также привилегированных зданий и общественных пространств. С целью создания специфически зрелищного ночного пейзажа и необходимой атмосферы в городской среде на схемах, планах, разрезах и в пояснительной записке программируются основные видовые точки, «ключевые» места и светопанорамы, ритмизуются светом линейные пространства магистралей, прорабатываются масштаб и типология светильников и приемов освещения транспортных и пешеходных пространств, регламентируются уровни и цветность их освещения.

Подобные схемы светового благоустройства, разработанные светодизайнерами Р. Нарбони,

А



Б



В

Г

Д

Рис. 4.1. Генеральная схема световой среды реконструируемого района «Левый берег Сены» вблизи Национальной библиотеки им. Ф. Миттерана в Париже (светодизайн — Р. Нарбони), 1993 год: А — план ночной световой композиции. Выделяемые перекрестки ритмизируют длину создаваемой Авеню де Франс. Пейзажное освещение садов и парков улучшает ночной образ района. Мосты определяют очередность восприятия окружения вдоль Сены; Б — принципы освещения главных осей. Цветность освещения и дизайн светового оборудования выбраны с целью формирования определенного ночного пейзажа, связанного с существующей и проектируемой окружающей световой средой; В — участок набережных Сены. Генеральная схема светового благоустройства разработана на плане и на фасадных развертках застройки на обоих берегах реки; Г — средние уровни освещенности в пешеходных пространствах квартала Толбиак. Транспортые улицы в Париже имеют среднюю освещенность 35 лк. В пешеходных пространствах создается освещенность 25—35 лк (синий цвет на схеме) и менее 10 лк (голубой цвет); Д — типология освещения квартала Толбиак. Рекомендуемые принципы и высота расположения светильников, приемы освещения имеют цель — создание желаемой световой среды

Ж. Берном, И. Трошелем в начале 1990-х годов, реализованы в ряде городов Франции и Бельгии (Париж, Нант, Амьен, Брюссель и др.) (*рис. 4.1, 4.2*).

«Световой план» (*Le plan lumiere*, по-английски — *Masterplan, Master Lighting plan*), в отличие от генеральной схемы, основной целью имеет художественное освещение объектов города, центра, квартала или участка — памятников архитектуры, монументального искусства и достопримечательных сооружений. Иерархизированное освещение улиц, площадей и парков, оживленных и тихих зон с использованием регламентируемых световых параметров является второстепенной задачей. Здесь используются более прагматические подходы к методологии реализации проекта, гарантирующие финансовую осуществимость предложений.

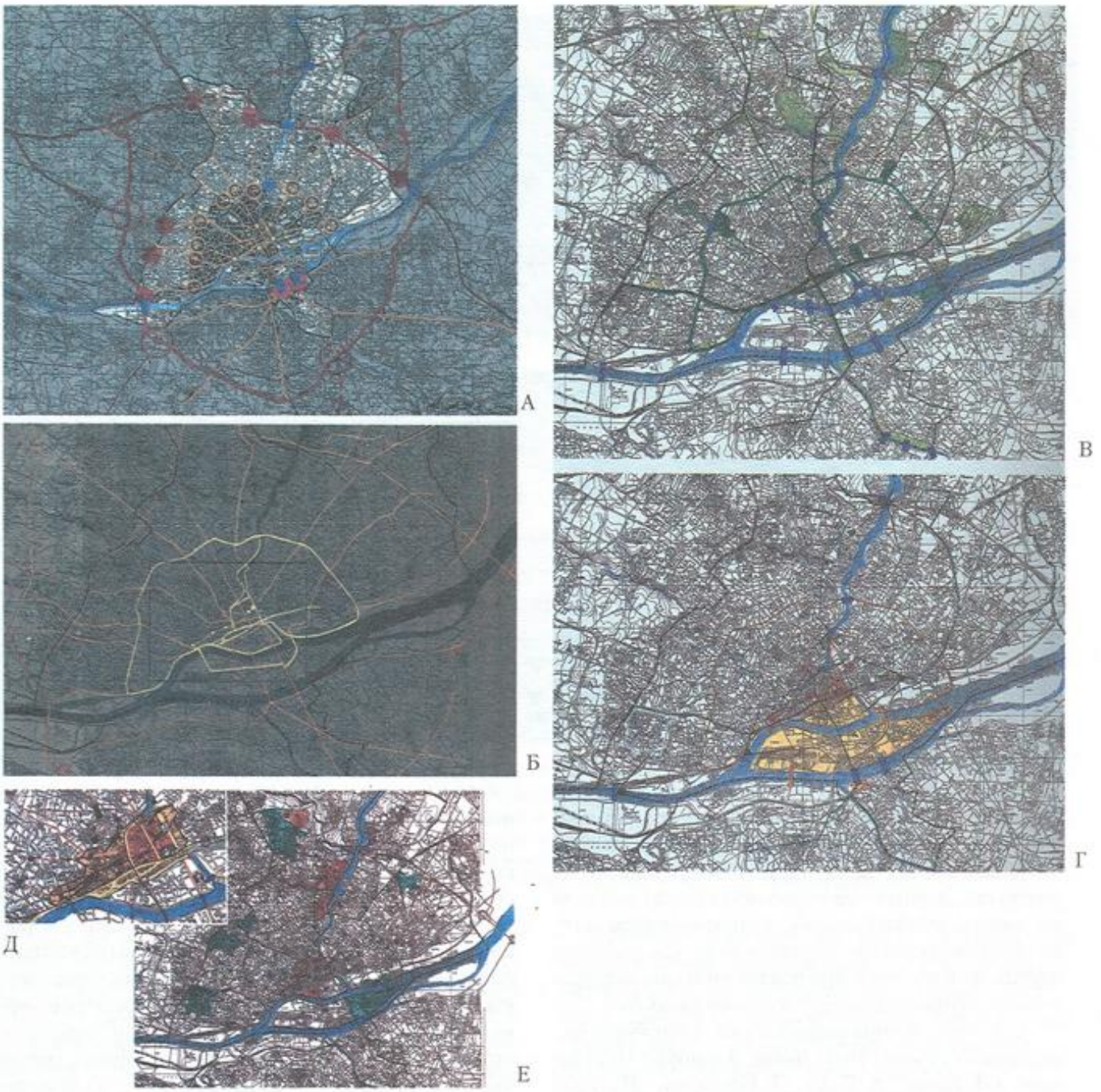


Рис. 4.2. Генеральная схема светового благоустройства г. Нанта (Р. Нарбони), 1993 год: А — въезды в город. Выделение въездов освещением улучшит условия последовательного восприятия города: красные окружности — въезды в агломерацию, красные круги — въезды в город; желтые окружности — въезды в центр города, желтые круги — въезды в гиперцентр; Б — цветность света. Цветность освещения главных осей: желтые — натриевые лампы «белого света» ($T_ц$ 2500 К), оранжевые — стандартные натриевые лампы высокого давления ($T_ц$ 2000 К); В — пейзажное освещение. Темно-зеленый цвет — освещение парков, садов и озелененных приоритетно-пешеходных дорог для создания ночного пейзажа; Г — освещение достопримечательностей. Объекты художественного освещения классифицированы по их силуэту, определены главные точки и направления восприятия; Д — гиперцентр. Типологический план приоритетного освещения: каштановый цвет — освещаемые пространства; темно-оранжевый цвет — средневековый город; бежевый — город XVII века; желтый — междуречье Луары и Эрдры; красный — освещаемые объекты; Е — классификация кварталов. Цель — «персонифицировать» ночной облик разных зон города: оранжевый цвет — научно-производственные участки; бледно-зеленый — общественные зоны; голубые кружки — церкви, красные — мэрия и ее учреждения

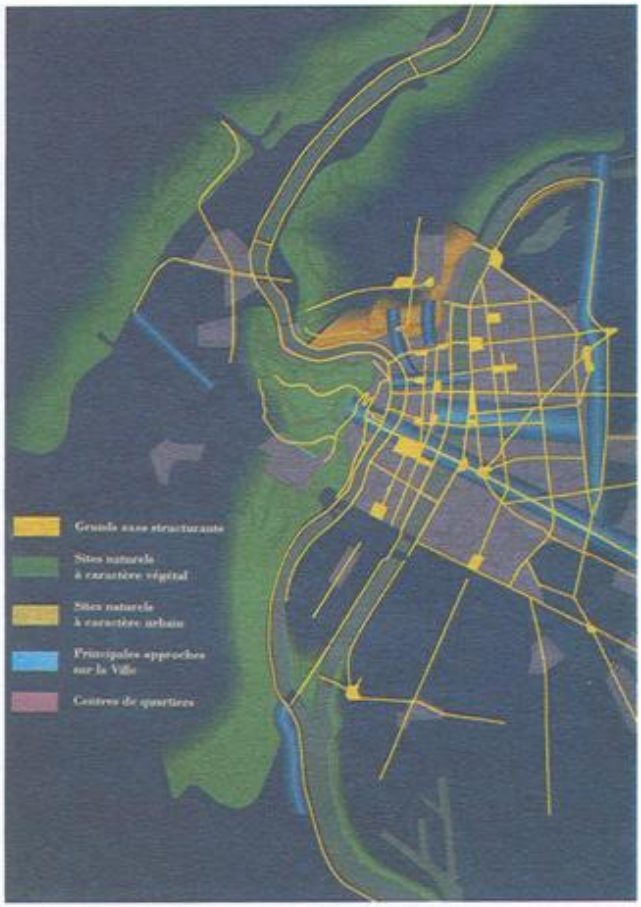


Рис. 4.3. Световой план г. Лиона (А. Гийо). 1989 год

«Световой план» позволяет сформировать ночной световой силуэт города за 4—6 лет. Он предусматривает коллективное творчество светодизайнеров по освещению отдельных объектов и созданию световых ансамблей под общим руководством автора «светового плана» подобно тому, как работает группа архитекторов при реализации единого проекта застройки градостроительного ансамбля.

Световые планы разработаны, к примеру, для городов Сингапур, Гавр, Лион, Эдинбург, Иерусалим (Л. Клер, А. Гийо, Р. Нарбони, Р. Леол) (*рис. 4.3, 4.4*).

Следующий тип французского проектного документа — *La charte Lumiere*— аналогичен стадии «проект» или «ТЭО» (технико-экономическое обоснование), существующей в отечественной практике градостроительного проектирования. В нем прорабатываются технические требования к городскому освещению и осветительному оборудованию в масштабе квартала или участка. Документ может содержать эскизный проект генсхемы или результировать существующую схему светового благоустройства с периодизацией и количественной оценкой мероприятий по ее осуществлению техническими службами в зависимости от предусмотренных инвестиций и операций по обновлению существующего освещения. Примером «светового ТЭО», разработанного фирмой *Starlux*, был проект освещения исторического центра Страсбурга.

«Световая сценография» (*La scénographie Lumiere*) — это особый тип, или стадия, проекта, по характеру противоположного глобальной световой генсхеме, предусматривающий индивидуализированное авторское решение освещения по утвержденной тематике в масштабе участка или архитектурного ансамбля, что напоминает театрализированную постановку в городской среде. На основе анализа потенциальных возможностей участка задумывается эмоционально «окрашенный» образ ночного пейзажа, где главными «действующими лицами» являются памятники архитектуры, монументы, здания и сооружения, иногда — общественные пространства.

Световая сценография в 90-х годах XX века разработана и реализована, в частности, Я. Керсале в порту Сен-Назера и в квартале Евролилля, Р. Нарбони в зеленой зоне города Ниорт и в цитадели де Бруаж в Шарант-Маритиме (*рис. 4.5*).

В отечественной практике светоурбанистическое проектирование встречалось в различных вариантах с 1960-х годов, однако какого-либо масштабного осуществления идеи, заложенные в выполненных работах, практически не получили. В конце 1960-х годов в Московском архитектурном институте под руководством профессора Н.М. Гусева (В. Колейчук, В. Галкин и др.) по заказу ЦНИИЭП жилища был разработан проект освещения строившегося города Тольятти, предусматривавший определенное зонирование в освещении улиц, площадей и жилых кварталов, архитектурное освещение доминантных административных и производственных зданий, создание прожекторных световых эффектов на въездах в город (*рис. 4.6*). В начале 1970-х годов Н.М. Гусев возглавил работу коллектива (Н.И. Щепетков, К.В. Худяков, А.С. Шапин и др.) над концептуальным проектом освещения исторического центра города Владимира и его архитектурных памятников, в процессе которой были выполнены натурные и лабораторные исследования и светомоделирование по изучению закономерностей построения световой композиции, по дизайну систем освещения старых и современных улиц и площадей, фасадов зданий и зеленых насаждений (*см. рис. 3.3*). Для Генплана Москвы

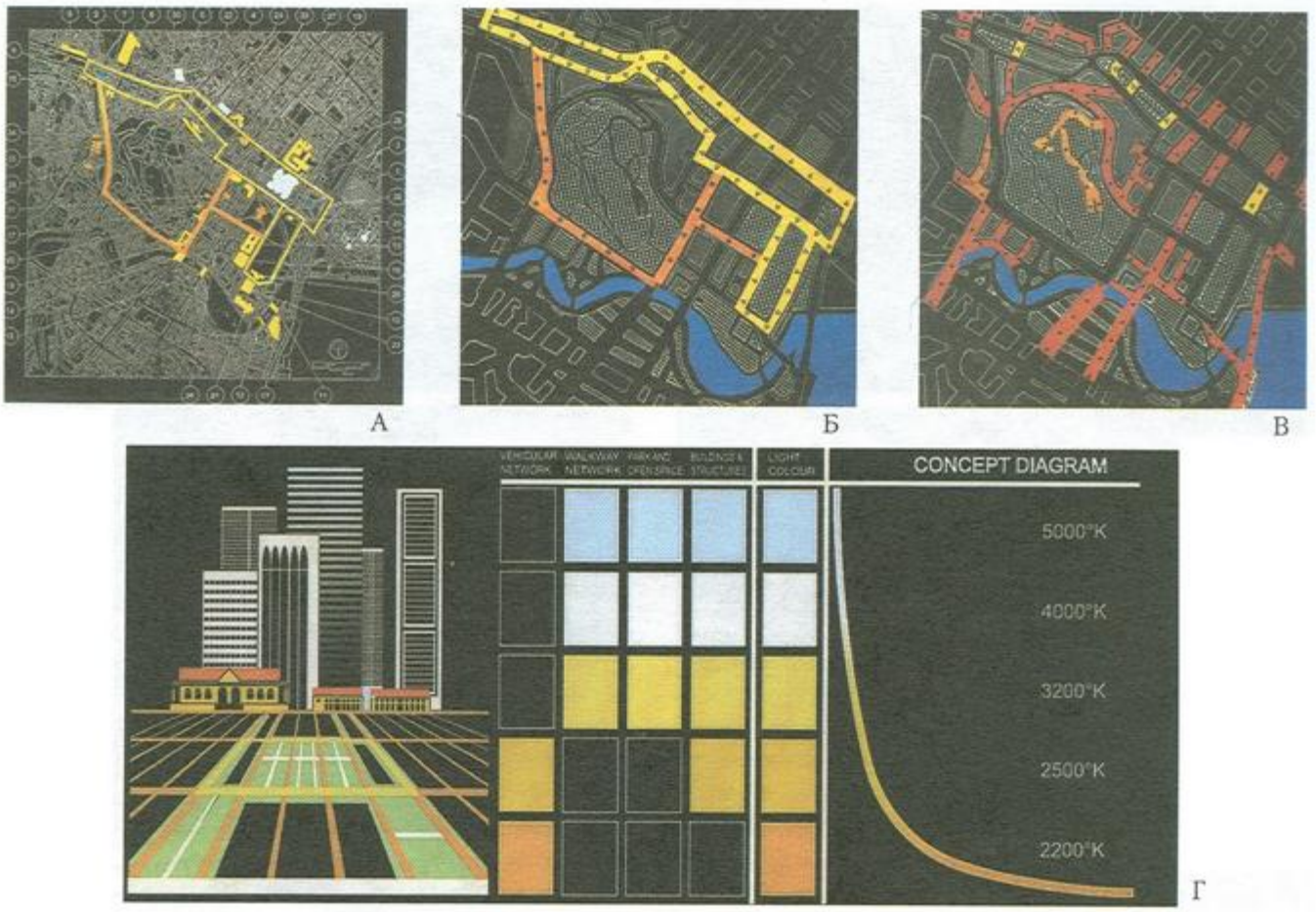


Рис. 4.4. Световой план центра г. Сингапур (Л. Клер): А — типология объектов освещения: символические (мемориалы); современные (площади, отели, торговые центры и т.п.); колониальные и исторические (мосты, правительственные здания, музеи, театры, клубы и др.); Б, В — программирование наружного освещения центральной части города; Г — схема светоцветового зонирования по трем координатам; цветность света изменяется не только в освещении магистральных и местных, транспортных и пешеходных улиц, но и по высоте застройки — свет белеет от желтого внизу до холодно-белого в верхней зоне небоскребов. 1994 год

1971 года в «Моспроекте-2» (Б.В. Оськин) был выполнен проект создания выразительной световой среды в столице. В «Ленпроекте» в начале 1970-х годов разрабатывался эскизный проект зрелищного освещения набережных Невы на протяжении 20 км. В последующие годы в разных проектных коллективах эпизодически выполнялись и другие проекты, оказавшиеся утопическими и реально невостребованными в силу социальных условий того времени.

Однако эти работы оставили определенный след в развитии данной области и послужили некоторой базой для концептуальных светоурбанистических проектов Москвы, а также основой нормативно-методических документов по освещению города в 1990-е годы и в первые годы XXI века, выполненных в «Моспроекте-2» и «Моспроекте-3».

В основе этих проектов лежат теоретическая модель светопространственной структуры города и методологические принципы, изложенные в *Главе 3*. Определенное отражение в них получили все три группы задач — светопланировочные, светопространственные и образно-художественные.

Одним из основных проектно-нормативных требований к генеральному плану города является функциональное зонирование его территории. Вечером зонирование становится светопланировочной задачей, которая может решаться с помощью **светоцветового зонирования** как трехчастная на разных стадиях проектирования:

- **макрозонирование** всей территории на генплане города, его зоны или района на основные структуроформирующие системы;
- **мезозонирование** внутри функциональной зоны или крупной структурно-планировочной

Рис. 4.5. Сценографическое освещение в порту Сен-Назера (Я. Керсале). 1991 год

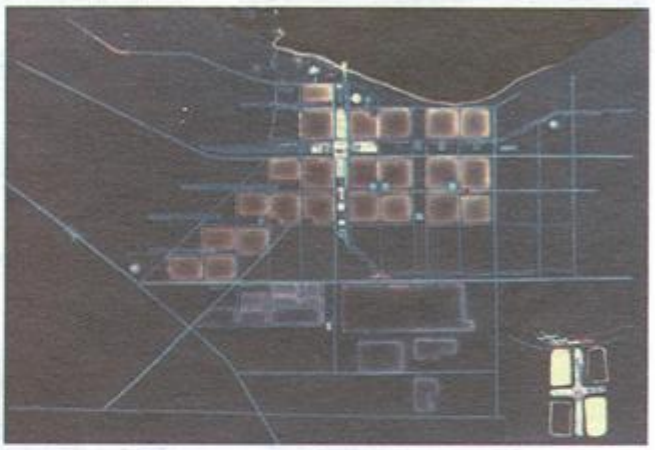


Рис. 4.6. Схема светового плана г. Тольятти и световая перспектива одной из центральных улиц, выполненные светящимися красками, (Н.М. Гусев, В.Ф. Колейчук и др.). 1969 год

единицы (центр города, жилой район) с выделением структуроформирующих систем и основных типов светопространств разного иерархического уровня (в составе проекта планировки или комплексного благоустройства);

• **микрозонирование** в пределах небольших планировочных образований (микрорайон, квартал, жилая группа) по типам светопространств с акцентом на освещение локальных функциональных участков (на стадии проекта застройки или комплексного благоустройства).

Эти задачи, вытекающие из первого методического принципа теоретической модели, решаются, в основном, группой установок функционального уличного освещения, обеспечивающих регламентированное количество и качество света на дорожных покрытиях.

В результате планировочная структура города и его зон получает четкое визуальное выражение — в проекте как световой генплан, в натуре как «пятый световой фасад» — за счет создания воспринимаемых глазом различий в характере освещения — в величине, рисунке, интенсивности и цветности залитых светом территорий, разных по функции и значимости, вечером и ночью, в будни и праздники, в разные сезоны года.

Решение второй, светопространственной задачи тесно связано с первой и третьей, при этом освещение в городской среде приобретает трехмерность. Формируется структура световой среды города как **система модулированных светом пространств разного масштаба, назначения, иерархического уровня**, а также создается система световых ансамблей и доминант. Светомодулировка осуществляется на базе проведенного структурного светоцветового зонирования выбором соответствующих средств и режимов освещения поверхности земли, фасадов и объектов, формирующих архитектурные пространства ансамблей, расчетным обеспечением необходимой светонасыщенности пешеходных пространств. Световые архитектурные ансамбли и доминанты рассчитываются на восприятие их с ближних, средних и дальних дистанций при разной скорости движения как пешехода,

так и пассажира на транспорте. В соответствии с этой задачей на разных стадиях проектирования разрабатываются как крупномасштабные эстетические категории градостроительной формы — светопанорамы, силуэтные контуры, глубинные световые перспективы, так и соразмерные человеку фрагменты ближайшего окружения.

В решении задачи светопространственной организации городской среды используются главным образом две группы установок — функционального и архитектурного освещения. Крупные установки световой информации могут в ряде ситуаций иметь вспомогательное значение.

Содержанием образно-художественной задачи освещения является зрительное выявление и творческая интерпретация выразительных черт и характерных признаков архитектурно-градостроительной формы и создание оригинальных **световых образов городских ансамблей и отдельных объектов**. Решение этой задачи связано, в основном, со светообъемным проектированием, с освещением фасадных поверхностей конкретных материальных объектов — зданий, сооружений, зелени, фонтанирующей воды, в то время как в процессе светоурбанистического проектирования, в первую очередь крупномасштабного, решаются задачи в определенной мере умозрительные, и результаты его не всегда могут быть восприняты зрением непосредственно, целиком, одномоментно, а постигаются в движении и во времени, складываясь в сознании наблюдателя в определенный образ на основе фрагментарных впечатлений, за исключением отдельных случаев — при рассмотрении светопанорам с видовых точек, на которые они рассчитываются и изображаются на проектной стадии. Так создана видимая с Воробьевых гор светопанорама Москвы, задуманная в 1993 году в первом концептуальном проекте по архитектурному освещению города и усложняющаяся по мере появления в силуэте столицы все новых высотных объектов, транспортных магистралей и развязок, крупных зданий и сооружений.

На стадии разработки светового генплана города, зоны, района светопланировочные задачи могут быть представлены в виде схемы, на которой отражаются различия в рисунке, уровнях и цветности освещения разных зон и участков территории. Схема может сопровождаться таблицей с регламентируемыми светокомпозиционными и технико-экономическими параметрами, в частности, удельной мощностью освещения разных зон и объектов. По ней могут быть определены усредненные показатели расхода электроэнергии при прогнозируемых режимах функционирования трех основных групп осветительных установок, рациональное размещение пунктов их питания, ориентировочная номенклатура источников света, районирование стилевых параметров осветительных установок по цветности света, масштабу и дизайну их элементов в разных зонах города и др. Такое прогнозирование имеет целью повышение эффективности проектных решений.

4.2. Светопланировочная структура города и его элементов

В масштабе города главными структурными элементами являются функциональные зоны, а структуроформирующими системами — система транспортных магистралей, система общественных центров и система озеленения. Концептуально более удобно и современно морфология города представлена понятиями функционально-пространственный «каркас» и заполняющая в нем «пустоты» «ткань» (А.Э. Гутнов [20]), которые легли в основу планировочного структурирования нового генерального плана развития столицы на период до 2020 года, разработанного в НИиПИ Генплана города Москвы. Под «каркасом» понимается относительно устойчивая структурообразующая часть градостроительной системы, концентрирующая процессы жизнедеятельности городского населения, связанные с высокой интенсивностью пространственного освоения. «Каркас» подразделяется на «урбанизированный» и «природный». «Ткань» — это часть градостроительной системы, составляющая область преимущественной локализации видов деятельности населения, структурно подчиненная «каркасу». «Ткань» города образуется застройкой межмагистральных территорий в селитебной и коммунально-производственной зонах.

Эта структурно-планировочная схема стала смысловой базой светового генплана г. Москвы (1999) как раздела комплексного благоустройства территорий города (*рис. 4.7, 4.8*). Аналогичная работа выполнена в 2001 году для генплана города Астаны, столицы Республики Казахстан (*рис. 4.9*). В обеих работах использована методология светоурбанистического проектирования, аккумулировавшая идеи ряда архитекторов и светодизайнеров по формированию современной, комфортной светоцветовой среды и выразительного образа города прорисовкой освещением его планировочной осно-

Рис. 4.7. Световой генплан г. Москвы — комплексная схема (Н.И. Щепетков). Включен в состав нового Генерального плана Москвы, раздел «Комплексное благоустройство территорий». 1999 год

вы. Результирующая проектная схема каждой работы — «Светопланировочная структура города» — является комплексной. Она состоит из нескольких совмещенных друг с другом структурных схем, отражающих выявляемые светом «каркас» и «ткань». Каждая схема сопровождается расшифровывающими их таблицами с регламентируемыми светокомпозиционными параметрами.

Для выполнения подобных работ методологией предусмотрена нижеследующая последовательность действий.

1. Выявление «урбанизированного каркаса», состоящего из двух систем — транспортных магистралей и пространственно развитого общественного центра.

Основной параметр этой первичной структурно-световой дифференциации — разная цветность света в установках функционального освещения. Для сети транспортных магистралей программируется легко опознаваемый желтый свет*, для пешеходных пространств общественного центра — белый с хорошей цветопередачей.

Вторым параметром служит регламентируемый уровень освещения в каждой системе пространств. Он обычно определяется действующими нормами уличного функционального освещения.

Если обязывают масштаб и цели проекта, следом осуществляется дифференциация пространств внутри каждой системы на категории столичного, городского, районного и местного значения одноцветным светом разной интенсивности — опять в соответствии с нормами. Другие прогнозируемые характеристики могут быть отражены в экспликационных таблицах, составленных на основе системы параметров теоретической модели (*табл. 4.1*) с учетом конкретных особенностей проектируемого города. В результате для светового плана города (зоны, района) получаются две структурные схемы «урбанизированного каркаса» — транспортных пространств (магистралей, улиц, дорог, площадей, развязок, паркингов) — схема № 1 и общественно-пешеходных пространств (в пределах ансамблей столичного, городских, районных, местных центров) — схема № 2 (*см. рис. 4.8*).

2. По аналогичной схеме производится «прорисовка», т.е. структурная светоцветовая и иерархическая световая дифференциация на световом плане города (зоны, района) «природного каркаса», образуемого системами трех типов: зеленых насаждений интенсивного общественного использования; не посещаемых ночью ландшафтных массивов природного комплекса; набережных и акваторий рек и водоемов.

Для пешеходных пространств на рекреационных территориях интенсивного использования, т.е. массового посещения и отдыха в темное время суток, предусматривается функционально-декоративное освещение, на безлюдных вечером территориях лесопарковых массивов — лишь функционально необходимое по охранным, противопожарным и т.п. соображениям минимальное освещение, по берегам рек и водоемов — уличное и декоративное освещение, в котором может господствовать бело-холодный свет, а в установках архитектурного освещения мостов, застройки и озеленения набережных — цветной свет с преобладанием, например, сине-голубой и зеленой палитры, а также дополнительных и контрастных цветов излучения для создания пространственно-ритмичных акцентов (структурная схема № 3).

3. Узлы пересечения или сопряжения «каркасов» выделяются повышенными уровнями и (или) цветностью, а также индивидуализированными приемами освещения и его масштабом (величиной освещаемой территории). Вместе со световыми доминантами эти узлы служат основными элементами масштабно-ритмической светомодулировки городских пространств и системой световых ориентиров в городе, необходимых для эффективной организации транспортного и пешеходного вечернего движения.

Ритм в градостроительстве служит главным средством пространственной организации, первоначальной художественной категорией, которая лежит в основе композиции города вообще и световой композиции в особенности. Ритмическое чередование уровней, цветности и масштаба освещения позволяет уже на первоначальных этапах светоурбанистического проектирования выразить главную идею проекта — его планировочную структуру (по З.Н. Яргиной) [49].

Крупномасштабные светоритмические членения города отражают его общую структуру. Они могут усложняться второстепенными членениями, формируя иерархическую структуру, играющую важную роль в достижении целостности све-

---

* Следует отметить, что господствующий ныне желтый свет в уличных осветительных установках обусловлен технико-экономическими, а не художественными или экологическими причинами: светильники с натриевыми лампами наиболее эффективны по сумме своих стоимостных и эксплуатационных показателей. С появлением новых, более совершенных и конкурентоспособных источников света (например, светодиодов) желтый свет может быть заменен на другой, в том числе белый с разной цветовой температурой.

Таблица 4.1. **Основные светокомпозиционные параметры светового плана Москвы**

Объекты освещения	Системы и приемы освещения	Уровни освещения	Цветность освещения — источники света в ОП (доминирующий цвет света)	Режимы освещения
I. Функциональное освещение дорожного покрытия в зонах транспорта («урбанизированный каркас»)				
• на МКАД, основных городских магистралях, площадях и развязках	ВСО, обычная, парапетная	$L_{дп}$ = 0,8–2 кд/м^2 (по нормам)	НЛВД, МГЛ (желтый, холодно-белый)	ночной
• на прочих улицах, дорогах, паркингах	обычная (на опорах, подвесах, фасадах)	по нормам	НЛВД (желтый)	ночной
II. Функциональное освещение дорожных покрытий и пространств в пешеходных зонах общественных центров (в световых ансамблях) столичного, окружного и местного значений («урбанизированный каркас»)				
• пешеходные площади, улицы, тротуары	обычная; декоративная (подземные ОП), встроенные (в фасады зданий, сооружений, в малые формы) ОП	$E_г$ = 5–80 лк $E_ц$ = 2–40 лк	МГЛ, ДРЛ, КЛЛ, НЛВД («белого» света, LED белый, тепло-белый)	вечерний, ночной
III. Функциональное освещение пространств в озелененных зонах «природного каркаса», в т.ч.:				
• на территориях интенсивного общественного и смешанного использования (пешеходные, игровые площадки, площадки отдыха, дороги, аллеи садов, скверов, парков, бульваров)	обычная; парковые, декоративные, встроенные ОП	$E_г$ = 2–20 лк	МГЛ, ДРЛ, КЛЛ, LED (холодно-белый)	вечерний, ночной
• на территориях природного комплекса (выборочно – проезды, площадки)	уличные ОП	по нормам	ДРЛ (холодный, зеленовато-белый)	ночной
• по берегам рек Москва, Яуза и других водоемов: проезжая и пешеходная части набережных, мостов	уличные или парковые ОП	по нормам	МГЛ, ДРЛ, КЛЛ, ЛЛ холодно-белый	ночной
IV. Функциональное освещение территории в жилых районах (в «ткани» города), в т.ч.:				
• в зоне исторического центра: проезды, стоянки, пешеходные дорожки, площадки игр, спорта и отдыха в жилых дворах	обычная; встроенные (в малые формы, в козырьки подъездов) ОП	по нормам	ЛЛ, КЛЛ, ДРЛ, НЛВД «белого» света, тепло-белый	вечерний, ночной
• в жилых дворах сложившейся застройки в «буферной» зоне	то же	то же	ЛЛ, КЛЛ, ДРЛ, НЛВД (тепло-белый и белый)	то же

См. продолжение

• на территориях жилых микрорайонов современной застройки:	обычная; встроенные (в здания, сооружения, малые формы) ОП	то же	ЛЛ, КЛЛ, ДРЛ, НЛВД (белый и холодно-белый)	то же
V. Функциональное освещение территории в производственных зонах (в «ткани» города):				
• дороги, проезды, стоянки	уличные ОП	по нормам	ДРЛ (холодно-белый)	вечерний, ночной
VI. Архитектурное освещение фасадов и декоративное освещение элементов ландшафта:				
• зданий, сооружений, монументов столичного, городского и районного значения на улицах и площадях (в структуре «урбанизированного каркаса»)	заливающий свет, локальная подсветка, светящиеся фасады, «световая графика», «световая живопись», комбинации приемов	$L_{ср}$ = 5–20 кд/м^2 $L_{акц}$ = до 75 кд/м^2	РЛ, ГЛН, LED, лазер (белый, цветной)	вечерний будничный и праздничный (статический, динамический)
• сооружений, малых архитектурных форм и элементов ландшафта в зеленых зонах столичного, городского и районного значения (в структуре «природного каркаса»)	то же	$L_{ср}$ = 3–10 кд/м^2 $L_{акц}$ = до 25 кд/м^2	РЛ, ГЛН, LED (белый, цветной)	вечерний будничный и праздничный, сезонный (статический, динамический)
• зданий, сооружений, зеленых насаждений на набережных, мостов, гранитных берегов, причалов на реках и водоемах и т.п. (в структуре «природного каркаса»)	аналогично объектам столичного, городского и районного значения	$L_{ср}$ = 5–15 кд/м^2 $L_{акц}$ = до 75 кд/м^2	РЛ, LED (белый, цветной)	то же
• жилых домов, сооружений, малых форм и зеленых насаждений во дворах центральной исторической и «буферной» зон (в «ткани» города)	локальная подсветка, встроенное освещение	$L_{ср}$ = 3–6 кд/м^2	КЛЛ, МГЛ, НЛВД, ДРЛ, LED (тепло-белый с цветными акцентами)	вечерний будничный
• жилых домов, малых форм, сооружений и зеленых насаждений в микрорайонах периферической зоны (в «ткани» города)	локальная подсветка, встроенное освещение, «световая графика	$L_{ср}$ = 3–10 кд/м^2	РЛ, ГЛН, LED (белый и хроматический)	вечерний будничный и праздничный
• зданий, сооружений производственного назначения (в структуре «урбанизированного каркаса»)	*см.* приемы освещения объектов общественного назначения	$L_{ср}$ = 3–15 кд/м^2 $L_{акц}$ = до 50 кд/м^2	РЛ (белый, цветной)	вечерний будничный и праздничный
• зеленых насаждений и малых форм на территориях производственных зон (в «ткани» города)	*см.* приемы декоративного освещения озелененных зон	—	РЛ (цветной)	то же

Принятые сокращения и обозначения в табл. 4.1: $L_{дп}$ – средняя нормируемая яркость дорожного полотна; $L_{ср}$ – средняя яркость освещаемого фасада; $L_{акц}$ – яркость акцентируемого светом элемента; $E_г$ – горизонтальная освещенность на дорожном покрытии (полотне); $E_ц$ – цилиндрическая освещенность в пешеходных зонах на высоте 1,5 м над дорожным полотном; РЛ – разрядные лампы; МГЛ – металлогалогенные лампы; НЛВД – натриевые лампы высокого давления; ЛЛ – люминесцентные лампы и КЛЛ – компактные люминесцентные лампы; ГЛН – галогенные лампы накаливания; LED – светодиоды; ИС – источник света; ОП – осветительный прибор; ОУ – осветительная установка; ночной режим работы ОУ – с заката до рассвета; вечерний режим – с заката до полуночи.

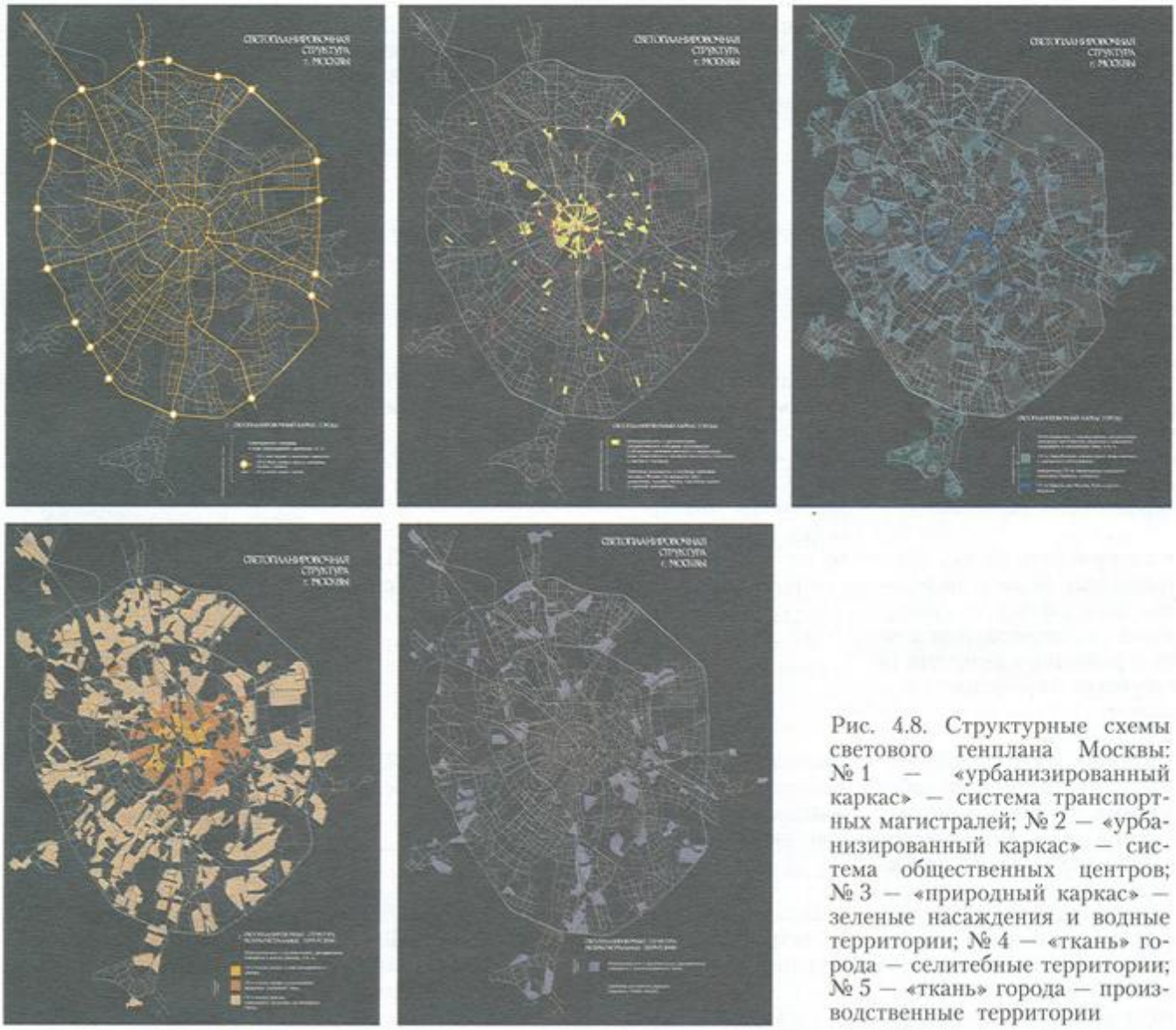


Рис. 4.8. Структурные схемы светового генплана Москвы: № 1 — «урбанизированный каркас» — система транспортных магистралей; № 2 — «урбанизированный каркас» — система общественных центров; № 3 — «природный каркас» — зеленые насаждения и водные территории; № 4 — «ткань» города — селитебные территории; № 5 — «ткань» города — производственные территории

товой среды. Эти членения осуществляются системой функционального освещения, дополняемого установками архитектурного и светоинформационного освещения.

4. «Светопланировочная ткань» в селитебных зонах города создается функциональным, архитектурным и декоративным освещением. Разными цветностью, уровнями и приемами освещения «ткань» структурируется по определенным принципам, отраженным на светопланировочной структурной схеме № 4 селитебной зоны (района) города. В Москве по светокомпозиционным параметрам концепцией предусмотрены три типа световой среды в соответствии с морфологией жилой застройки — в историческом центре, в окружающей его «буферной» зоне со смешанной застройкой и в обширных периферийных районах с современной массовой застройкой (*см. рис. 4.8*).

Доминирующая цветность световой среды в центре столицы прогнозируется тепло-белой, масштаб освещения жилых дворов — камерным, дизайн светильников в пешеходных зонах преимущественно в стиле «ретро» на основе исторических прототипов. Цветность функционального освещения в периферийных жилых районах — «пленэрная» холодно-белая с современным дизайном световых приборов и широким применением цветного света в установках архитектурного освещения зданий и функционально-декоративного освещения ландшафта. В «буферной» зоне используются различные комбинации этих приемов, средств и

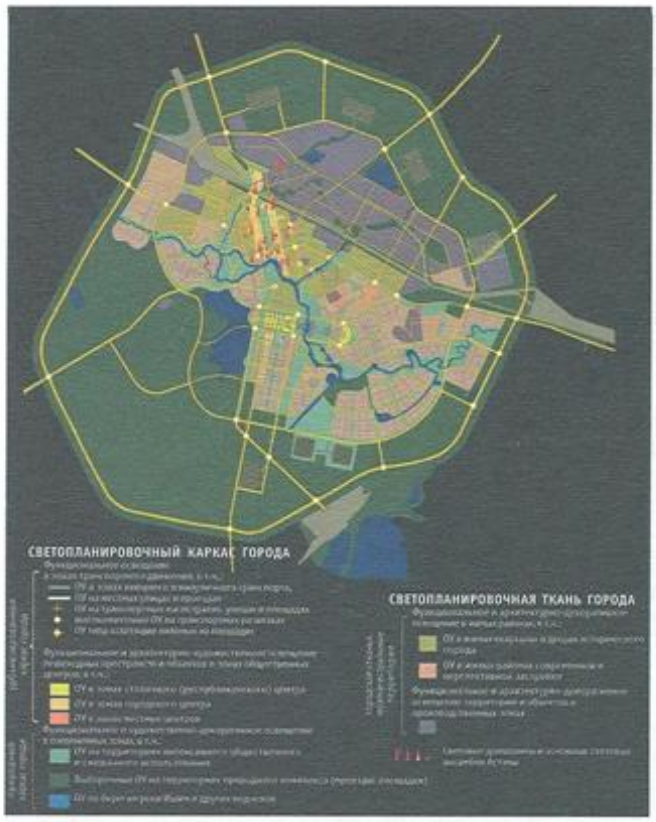


Рис. 4.9. Световой генплан г. Астаны — комплексная схема (Н.И. Щепетков). 2001 год

светотехнических параметров, зафиксированных в сопроводительных таблицах.

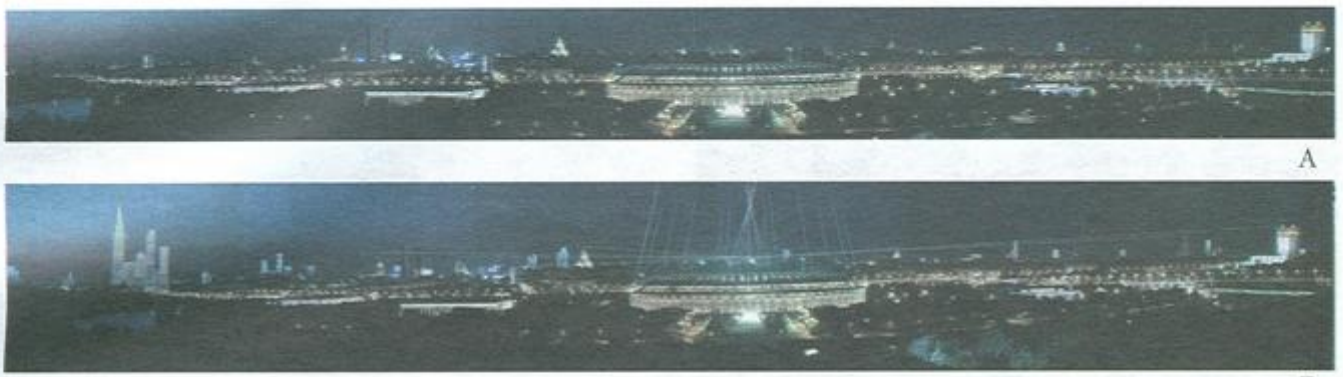
Для Астаны, исторически относительно молодого города, предусмотрены два типа светоцветовой среды в селитебной зоне — одна в черте сложившегося города, другая в проектируемых окружающих массивах с новым столичным центром и современной архитектурой, создаваемой по аналогичным принципам светоцветовых и дизайнерско-стилевых контрастов между исторической и современной застройками.

5. «Светопланировочная ткань» в коммунальных и производственных зонах может иметь свою зрительную специфику, отличающую их от других зон, и свою внутреннюю светоцветовую структуру, отражающую функциональные и архитектурно-планировочные особенности, что требует специального изучения и индивидуального подхода в решении задач функционального, архитектурного и светоинформационного освещения. Методология позволяет решать эти задачи в едином русле с другими светоурбанистическими задачами. Результат концептуального прогнозирования отражается на структурной схеме № 5 (*см. рис. 4.8*).

6. На генплане города (зоны, района) или на каждой структурной схеме намечаются световые доминанты, создаваемые установками архитектурного освещения. Во-первых, это высотные сооружения — наилучшие ориентиры в городском пространстве, ритмические «реперы» городских светопанорам, композиционно господствующие элементы светового силуэта города. Во-вторых, это объекты национального наследия — историко-архитектурные ансамбли (монастыри, кремли, храмы, усадьбы), в-третьих, современные крупные архитектурные комплексы, в том числе распластанные «горизонтальные доминанты» (спортивные, торговые, транспортные, производственные сооружения) в узловых точках планировочной структуры города, в-четвертых, достопримечательные объекты ландшафта (скалы, холмы, обрывы и т.п.). Для доминант программируются основные светоцветовые параметры по количеству и качеству света, по режимам функционирования, при этом при творческом подходе выбор высотных доминант не должен быть механическим повторением всех существующих в дневных панорамах вертикалей.

Один из приемов избирательного освещения, отраженный в концептуальных работах и реализованный в натуре в Москве, имел целью визуальную «реконструкцию» существовавшего ранее характерно-«колючего» исторического силуэта в ночных светопанорамах города. Для этого, в первую очередь, в 1994—2000 годах были освещены многие колокольни и купола, шатры и шпили, высокие кровли с гребнями и башни и оставлены в темноте современные брускообразные объемы и дымовые трубы, уродующие московский силуэт в дневное время (*рис. 4.10*). Недостаток физических вертикальных доминант в ночных светопанорамах может быть восполнен создаваемыми световыми «виртуальными» доминантами в виде мощных световых проекций на облака или горы (при их наличии в городе), столпов концентрированного прожекторного света на фоне неба или цветных лазерных лучей, работающих в статическом или динамическом (движущемся, сканирующем) режиме.

7. На световом генплане должна получить отражение и крупномасштабная система световой информации и световой рекламы в виде габаритных световых конструкций на крышах и фасадах зданий и автономных световых установок на улицах и площадях. В таком случае эта система, ныне в большинстве наших городов хаотичная и зрительно агрессивная по отношению к окружающей



А

Б

Рис. 4.10. Светопанорама Москвы с Воробьевых гор: А — сформированная за 10 лет по «Генеральной схеме» 1993 года («Моспроект-2», А.В. Ефимов, М.Р. Морина, Н.И. Щепетков и др.); Б — концептуальный проект нового светового силуэта по плану строительства высотных комплексов в Москве до 2020 года («Моспроект-3», Н.И. Щепетков)

городской среде, может быть более органично вписана в общую светоцветовую структуру города, придавая ей новые визуальные качества. В частности, возможное в недалеком будущем использование лазерных лучей для передачи информации может преобразить вид ночного неба над городом. Сегодня световая графика лазерных лучей эпизодически применяется в разных городах в праздничных шоу. Концептуально эта идея заложена и в световом генплане Москвы. Система световой информации может быть представлена своей структурной схемой № 6.

8. В исторических городах актуальна задача создания визуальных охранных зон для памятников зодчества, истории, культуры, ландшафтной архитектуры и монументального искусства. Там, где должен господствовать освещаемый памятник, не может быть визуально спорящих с ним или подавляющих его раздражающе ярких, цветных и динамических осветительных установок. Эти зоны могут быть представлены на световом генплане отдельной схемой № 7.

9. Дополнительно на световом генплане выбором соответствующих средств и приемов освещения может быть предусмотрено выявление границ функциональных зон, сопряжений «каркаса» и «ткани», природного окружения и застройки, характерных складок рельефа и т.п. (по К. Линчу) [28], фиксирование различий в облике соседствующих элементов или усиление эффекта их взаимодействия и взаимопроникновения (схема № 8).

10. При выборе приемов и средств освещения территорий и объектов «каркаса» и «ткани» исторического города решается характер освещения старой и новой застройки по принципу их контрастного противопоставления или объединяющего визуального «диалога», что определяется, в целом, одним или несколькими главенствующими светокомпозиционными параметрами. К примеру, в архитектурном освещении центральной части Москвы световым генпланом предусматривается преимущественное использование белого света, чтобы господствовала характерная для исторического центра полихромия архитектуры, а на периферии с преобладающей монотонно-серой застройкой должна доминировать полихромия разноспектрального света на фасадах объектов и в ландшафте пешеходных пространств. Для памятников архитектуры, сосредоточенных, в основном, в центре города, в системах архитектурного освещения рекомендуется широкое использование заливающего света, а в современной застройке и в пешеходно-рекреационных зонах на периферии — применение более современных по характеру приемов локального и встроенного освещения, светящихся фасадов, «световой графики» и «световой живописи».

11. Формирование системы световых ансамблей и доминант разного масштаба и иерархического уровня — синтезирующий этап светоурбанистического проекта, который может быть отражен схемой № 9. На основе теоретической модели основные однопорядковые структурные элементы (главным образом, в пешеходных пространствах) объединяются в световые ансамбли определенного иерархического уровня: столичный центр, городской центр, центр жилого района, спортивный центр и т.п. При этом полноценный световой ансамбль центра высокого ранга обычно имеет сложную внутреннюю структуру, включающую, во-первых, все основные типы светопространств и доминанты этого ранга, во-вторых, элементы и

Рис. 4.11. Концептуальные предложения по использованию лазерных лучей для создания виртуальных светокомпозиционных связей для двух систем высотных доминант Москвы — исторической и создаваемой современной

композиционные связи со светопространствами нижеследующего ранга. Понятно, что границы между ними весьма условны. Они, как правило, в целом совпадают с планировочными границами, но, при определенных условиях, могут и нарушать их.

Структура функционально-пространственных связей между световыми ансамблями должна разрабатываться на световом генплане особенно тщательно, поскольку их построение является средством, влияющим на общую целостность решения. Речь идет о визуальной связности световых ансамблей и характере этих связей: светопанорамные виды, световые перспективы, «бассейны видимости» и т.д.

Важным аспектом пространственных связей в светоурбанистическом проектировании является формирование иерархически организованной системы светокомпозиционного районирования, в частности, определение зон влияния световых ансамблей и доминант (это связано и с визуальными охранными зонами) и представление светопространственной структуры города как системы светокомпозиционных полей, представляющих целостные, визуально воспринимаемые и композиционно организованные светосистемы.

Помимо решения светокомпозиционных задач такое светопространственное районирование отражает многие функциональные моменты городской жизни. Так, визуальная связанность светового комплекса одновременно определяет границы зон социального контроля, что обуславливает функциональный смысл такого композиционного объединения; формирование целостных световых композиций на следующем масштабном уровне, соответствующих зонам пешеходной доступности, дает возможность последовательного обозрения фрагмента ночного города в едином отрезке времени и т.д.

12. Светоурбанистический проект результируется совмещением структурных схем №№ 1–9 для получения светового генплана в виде комплексной схемы светопланировочной структуры города (зоны, района) (*см. рис. 4.7*).

На этой схеме дополнительно могут быть намечены программируемые виртуальные светокомпозиционные связи и элементы, создающие постоянную или временную систему ориентации в ночном городе, выявляющие основные планировочные, смысловые или символические оси, устанавливающие «визуальный диалог» между доминантами или фокусными центрами, между функциональными зонами, историческими и современными районами

А

Б

Рис. 4.12. А — проект светопанорамы Сингапура как конкретизация идей светового плана, (Л. Клер), 1994 год; Б — вид на старый Эдинбург с замком на заднем плане с холма Калтон Хилл

и т.д. Например, в «Генеральной схеме светоцветового оформления Москвы» (1993) и в концептуальных «Предложениях по формированию нового светового силуэта Москвы» (2004) выдвигалась идея установки лазеров на колокольне Ивана Великого, чтобы, связав все исторические высотные доминанты из фокусной точки Кремля, создать таким образом новый высотный «световой горизонт», отражающий ритм светских и культовых праздников. Создаваемые в наши дни вдоль 4-го транспортного кольца высотные комплексы могли бы иметь свои виртуальные лазерные связи, опоясывающие город по периферии и имеющие другую цветность, рисунок и режимы работы (*см. рис. 4.10*). Подобные лазерные эксперименты проводились, начиная еще с конца 1970-х годов, в политическом центре Вашингтона (на памятнике Линкольну), в Нью-Йорке (на Эмпайр-стейт-билдинг), Лондоне, Флоренции, Эйндховене, Франкфурте и в других городах мира.

13. В составе светоурбанистического проекта могут разрабатываться основные светопанорамы с определением ближних, средних и дальних планов,

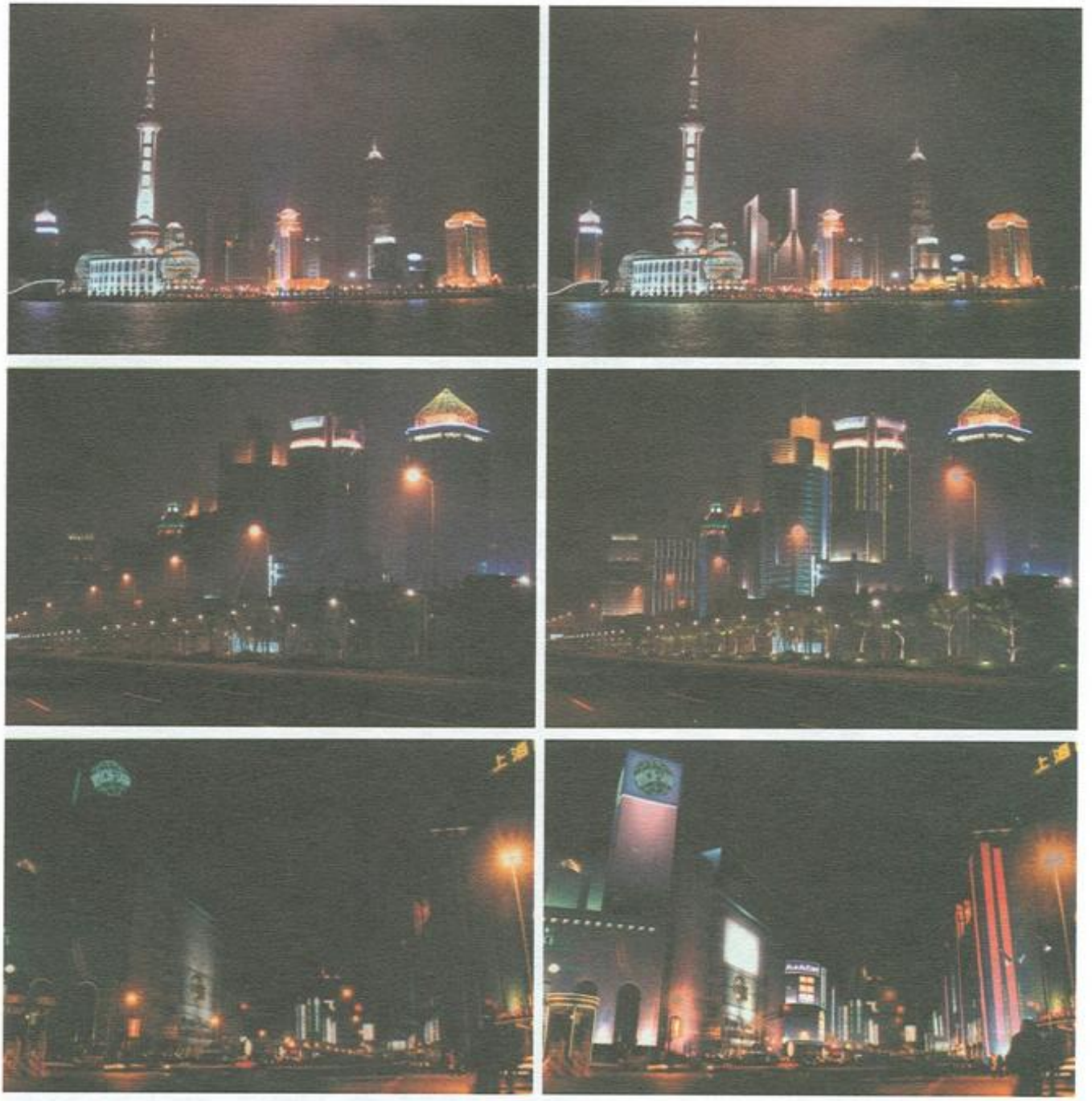


Рис. 4.13. Компьютерная реконструкция световых панорам, силуэта и перспектив центральной части Шанхая (М. Ишии). 1998—2000 годы

с прорисовкой светового силуэта, воспринимаемых из существующих или прогнозируемых видовых точек и с маршрутов движения наблюдателей. Так в конце 60-х годов XX века была разработана сценография архитектурного освещения «стобашенной» Праги, в конце века Л. Клер проектировал светопанорамы Сингапура, М. Ишии — Шанхая (*рис. 4.12—4.14*).

14. В светоурбанистическом проекте нередко разрабатываются принципиально важные фрагменты конкретных светоансамблевых решений, осуществляемых для образующих каждый ансамбль объектов по методике светообъемного проектирования.

Поскольку не все здания и сооружения в городе нужно освещать (принцип избирательности

Рис. 4.14.Светопанорама современного Шанхая с самой высокой в Азии телебашней «Жемчужина Востока»: разные по яркости, цветности, контрастам и градиентам световые пятна на фасадах зданий изменяют существующую днем композиционную роль каждого из них и формируют в целом более декоративную картину

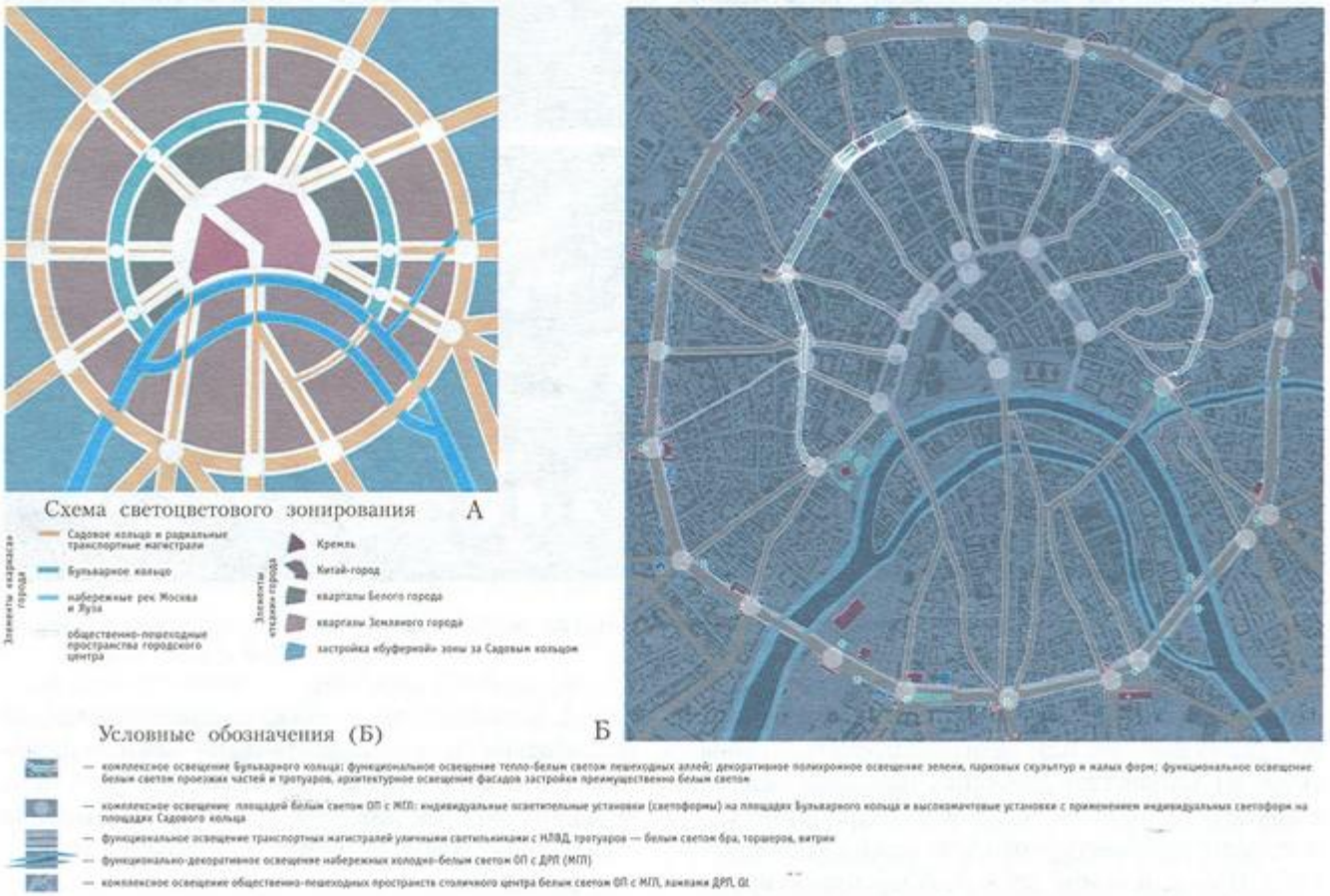


Рис. 4.15. Схема светоцветового зонирования (А) и светопланировочная структура исторического центра г. Москвы (Б) (Н.И. Щепетков). 2000–2001 годы

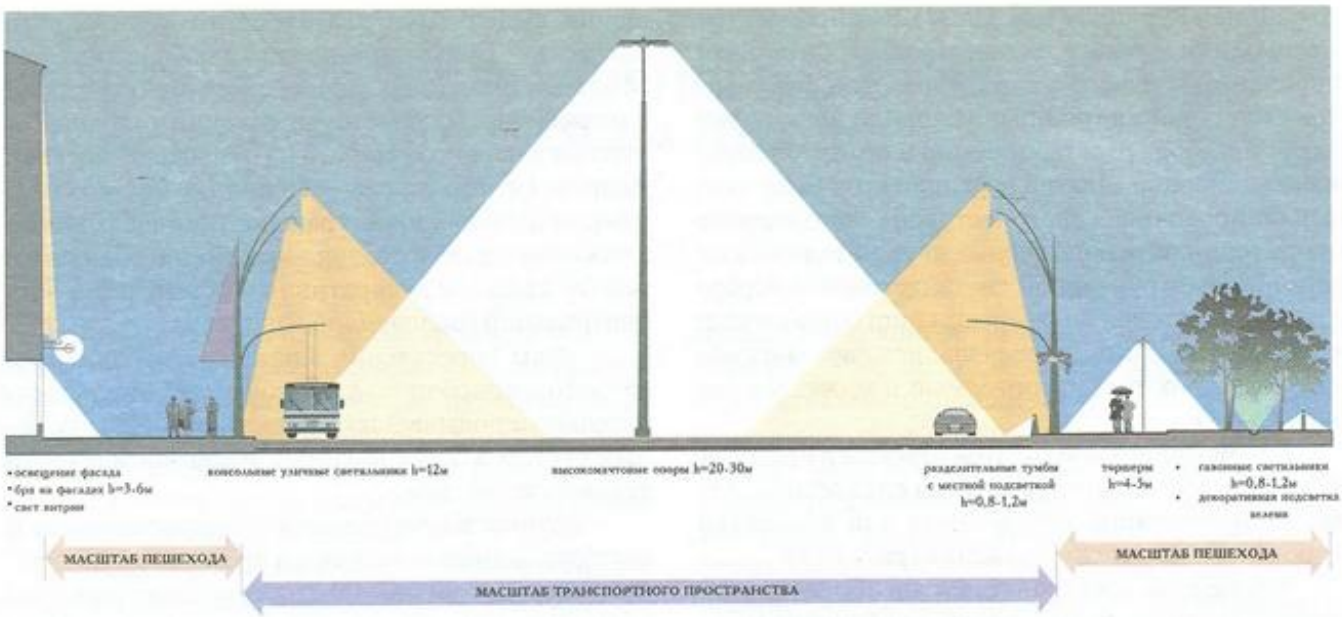


Рис. 4.16. Схематический поперечный разрез Садового кольца: формирование транспортного и пешеходного масштабов светопространств системами функционального освещения (из концептуального проекта, 2000 год, Н.И. Щепетков)

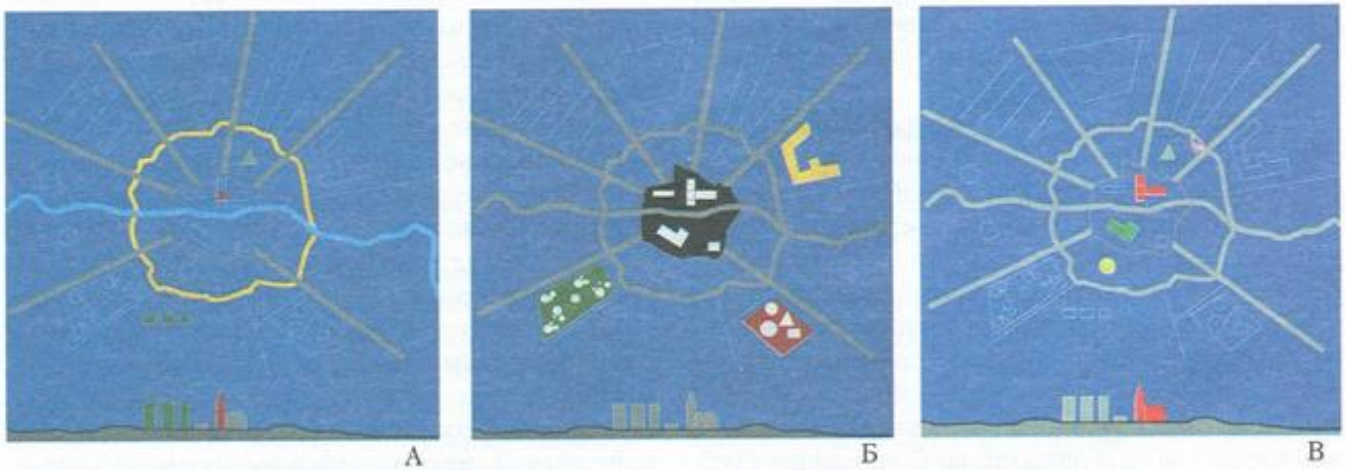


Рис. 4.17. Методические разработки по решению светового плана города (Х. Холландс и Ж. Спренжерс, *ILR*, 1994 год, № 4): А — при анализе города определяются такие его наиболее характерные элементы как центр и периферия, река, главный собор и группа высотных зданий. Конфигурация улиц может обуславливать необходимость использования разных цветовых оттенков света для обозначения, например, рокадной магистрали и радиальных улиц; Б — можно выбрать различные кварталы, используя определенное освещение, подчеркивающее особые функции или значение: исторический центр, портовая зона, парк отдыха; В — здания и комплексы, интересные по своей архитектуре и истории, социальному или символическому значению, могут получить индивидуальное освещение

объектов освещения), при выполнении светоурбанистических и светоансамблевых проектов важной задачей является выбор объектов архитектурного освещения. Доминанты, объекты культурно-исторического наследия и элементы «каркаса» города составляют основу планирования освещения. За этим следует субординированное ранжирование выбранных объектов по их градостроительной значимости и, соответственно, по выбору средств и приемов освещения, по регламентации светотехнических параметров.

По вышеизложенной методологии в «Моспроекте-3» выполнены концептуальные проекты по освещению исторического центра Москвы, Лужников и Олимпийской деревни-98, Садового и Бульварного колец, экспериментального жило-

го района «Куркино» (*см. рис. 4*), для проспектов Республики и Абая в Астане. Градостроительная специфика и масштаб каждого из этих фрагментов столичной застройки обусловили постановку задач и выбор средств, приемов и объектов освещения. Главной задачей всех проектов было светопланировочное—светоцветовое зонирование территории на основе первых двух методических принципов структурной светоцветовой и иерархической световой дифференциации создаваемых светопространств. Далее решались светоансамблевые задачи, рассматриваемые в нижеследующей *Главе 5*.

Для исторического центра Москвы в пределах Садового кольца предусмотрена следующая схема светоцветового зонирования для элементов городского «каркаса» и «ткани» (*рис. 4.15*):

• линейные пространства транспортного движения (радиально-кольцевой «урбанизированный каркас») освещаются желтым светом уличных светильников высотой 10—13 м (система функционального освещения) с уровнями освещенности, определяемыми нормами в зависимости от категории магистрали и интенсивности транспортного движения;

• сопутствующие им пешеходные пространства (тротуары) автономно освещаются белым светом сомасштабных человеку систем функционального освещения (сегодня еще мало распространены) в виде торшеров и бра на высоте 3—5 м. Вместе со светом витрин, световой информации и отраженным светом фасадов освещаемых зданий на тротуарах должны быть обеспечены предусматриваемые в концепции (на основе норм и научных данных) уровни вертикальной (или цилиндрической) и горизонтальной освещенностей с учетом иерархической категории пешеходного пространства (*рис. 4.16*);

• пространственное соотношение желтого и белого света уличных светильников на магистралях центростремительно изменяется: ближе к центру доля желтого света сокращается, поскольку возрастает роль общественно-пешеходных пространств — все центральные площади (полукольцо и Красная площадь) освещены репрезентативным солнечно-белым светом, символизирующим их историко-градостроительную и социальную значимость;

• в радиально-кольцевой светопланировочной системе особой цветностью и приемами освещения выделяются два элемента «природного каркаса» — Бульварное кольцо и набережные рек Москва и Яуза. Здесь в системах функционального освещения господствуют оттенки холодно-белого «пленэрного» света, а на бульварах, древней границе Белого города — сочетание белого света в периферийных зонах транспортно-пешеходного движения вдоль фасадов застройки с обеих сторон бульваров с декоративным освещением в их центральной озелененной зоне;

• узлы пересечения элементов урбанизированного и природного каркасов выделяются относительным повышением уровня освещенности белым светом и более крупным масштабом осветительных установок;

• крупногабаритные светоинформационные и светорекламные установки, в чрезмерном количестве сосредоточенные сегодня в пространствах обоих каркасов, в основном, выносятся за пределы Садового кольца и становятся световыми ориентирами;

• в «ткани» центральной исторической части города выделены четыре зоны — Кремль, Китай-город, кварталы Белого и Земляного города. Каждая из них должна иметь свою тональность освещения и «районированный» дизайн установок функционального освещения, использующий в той или иной мере исторические стилевые прототипы светильников.

В итоге следует отметить, что методология светоурбанистического проектирования, применяемая как к городу в целом, так и к его составным планировочным элементам в частности, предусматривает установление определенных светокомпозиционных соотношений, связей между однопорядковыми структурными элементами, что должно привести к образованию световых ансамблей определенного иерархического уровня. Соподчинение разнопорядковых световых ансамблей создает композиционную систему, зримо отражающую сложную, разномасштабную, разноуровневую структуру города. Так осуществляется постепенный переход от крупного масштаба городских макропространств к человеческому масштабу непосредственного окружения (например, световые микропространства в жилом дворе).

В практике светоурбанистического проектирования существуют и другие методики, критерии, решения, о чем упоминалось ранее в *п. 4.1* (*рис. 4.1—4.5, 4.17*).

Глава 5.
СВЕТОВОЙ АНСАМБЛЬ — ОСНОВНАЯ СТРУКТУРНАЯ ЕДИНИЦА НОЧНОГО ОБЛИКА ГОРОДА

В теории и практике градостроительства понятие «архитектурный ансамбль» расшифровывается как гармоничное единство пространственной композиции, образованной зданиями, сооружениями, зелеными насаждениями, произведениями монументального искусства. Традиционно различают два вида ансамблей:

• создаваемые в течение длительного времени при учете первоначального замысла, что позволяет встраивать в более раннюю группу зданий новые, обладающие даже иным стилистическим характером;

• осуществляемые в относительно короткие сроки целиком по единому замыслу и в одном стиле, когда единство комплекса обеспечивается согласованностью и соподчинением частей общему целому.

Понятие «световой ансамбль» по смыслу идентично традиционному, поскольку он остается «архитектурным», но приобретает, во-первых, свою зрительно-образную специфику (*см. п. 3.2*), во-вторых, иные временны́е рамки создания и функционирования, поскольку техника электрического освещения развивается и изменяется более быстрыми темпами, чем общестроительная, и служит более короткий срок, нежели функционирующая архитектурно-градостроительная форма в виде городских пространств, зданий, сооружений, элементов городского ландшафта. По этому принципу все системы искусственного освещения, как и другие дизайнерские объекты («мебель» в городской среде, системы визуальной информации и т.п.), можно отнести, по классификации А.Э. Гутнова, к «плазме» города, т.е. к его наиболее подвижному, изменяющемуся элементу.

В отечественной теории и практике архитектурного освещения города понятие «световой ансамбль» впервые встречается в конце 1960-х годов у Н.М. Гусева и В.Г. Макаревича [18], но еще не выступает как объект научного анализа или целенаправленной творческой работы по буквальному воплощению его смысла в конкретный «продукт». Сегодня этот термин и задачи, связанные с его конкретизацией, имеют ключевое значение в области светового урбанизма. Все концептуальные проекты в той или иной мере посвящены идее создания световых ансамблей разного масштаба, ибо лишь на их основе возможно эффективное решение световой композиции города в целом и архитектурного освещения формирующих их объектов, в частности. Наличие концептуального светоансамблевого проекта позволяет «разорвать» во времени (что обычно и происходит на практике) проектирование и реализацию освещения отдельных объектов при сохранении в нем определенных общих светокомпозиционных параметров, обеспечивающих образное единство. Отсутствие таких параметров при «штучном» разновременном проектировании освещения объектов делает более сложной, иногда невыполнимой с высоким качеством задачу их объединения в целостный световой ансамбль без реконструкции установок освещения первоочередных объектов: на данном этапе они могут оказаться малоэффективными, слабомощными, «выпадающими» по цветности или световому рисунку из стихийно складывающегося результата. Это подтверждается московской практикой спонтанного формирования некоторых световых ансамблей, например, Лубянской площади, где фасады почти всех зданий по ее периметру освещены (в течение 1994—1998 годов) без разработки проекта единого светового ансамбля, поэтому ее светопанорама не обладает достаточной целостностью и необходимым художественным качеством — наличием отчетливо читающейся доминанты, соподчинением ей других элементов, убедительным порядком распределения яркости и цветности света на фасадах и т.п. Даже при единовременном формировании светового ансамбля эти ошибки не исключены из-за несовершенства методов светотехнического проектирования, когда утвержденный свето-цветографический проект (его архитектурная часть), в котором на бумаге зрительно могут быть сгармонизированы яркостные и цветовые соотноше-

ния элементов, при реализации более или менее искажается (световые ансамбли Тверской и Триумфальной площадей).

Другой не менее важной причиной дисгармоничных решений является господствующая на практике некомплексность проектирования разных групп осветительных установок: архитектурное освещение отдельно от функционального, светоинформационное также осуществляется самостоятельно — у них разные хозяева, разные условия финансирования и эксплуатации.

Эти и другие примеры подтверждают тезис о решающей роли света в художественном качестве создаваемой среды вечернего города, которое определяется не только, а нередко и не столько качествами самого архитектурного ансамбля, сколько искусством его освещения.

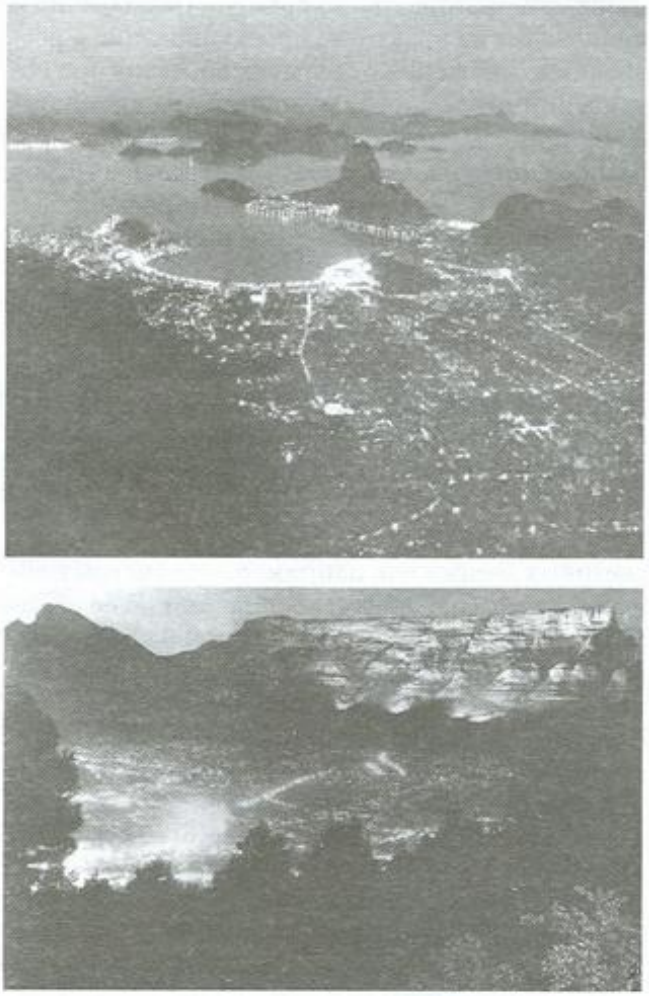


Рис. 45. «Пятый фасад» Рио-де-Жанейро с горы Корковадо-хилл, 1957 год, и светопанорама Кейптауна с освещенной Столовой горой в конце 1950-х годов

5.1. Типология масштабов восприятия объектов светового дизайна

Четвертый концептуально-методический тезис теоретической модели светопространственной структуры вечерней среды предусматривает формирование в городе системы световых ансамблей и доминант, которая должна осуществляться в расчете на разные условия зрительного восприятия, зависящие от удаленности наблюдающего субъекта от освещаемого объекта, от положения субъекта в пространстве по отношению к земле (с высоты роста пешехода, мансардного этажа, «птичьего полета» и т.п.), от скорости перемещения его в пространстве, целевой установки его зрительного поиска, условий адаптации глаза. Этот комплекс условий можно охарактеризовать тремя категориями масштаба восприятия: **ландшафтного, ансамблевого, камерного** [34], прорабатываемых на разных стадиях светоурбанистического проектирования.

«Ландшафтный» масштаб характерен при восприятии крупных градостроительных образований (город, его район, застройка набережной обширной акватории и т.п.) извне, со значительных расстояний, с высоко расположенных (благодаря рельефу или высотным сооружениям) точек и видовых площадок или с магистралей при движении в транспорте, когда отсутствуют непосредственные контакты человека с объектом наблюдения, а основное значение в световом решении имеют крупномасштабные панорамы, не обязательно «эшелонированные» в глубину, с общими силуэтными очертаниями или глубокие световые перспективы магистралей (*см. рис. 45, 2.33, 2.51—2.54, 3.6, 4.10, 5.1*).

Силуэт города на протяжении всей истории был доминирующим элементом в градостроительной композиции, поэтому именно он должен стать объектом внимания в светоурбанистическом проекте. При создании световых панорам, силуэта, перспектив предпочтительны крупные светоритмические членения с читаемыми световыми доминантами и адаптационными паузами, контрастные, лаконичные, укрупненные соотношения светоцветовых и объемно-пространственных элементов композиции. В зрительных кадрах большое композиционное значение имеет тьма, обостряющая светоцветовые контрасты, — темное небо, темные деревья, крыши и провалы между застройкой, темная (в бесснежный сезон) земля. Это придает общей светоцветовой композиции завораживающую сценическую театральность. Осветительные

А

Б

В

Г

Д

Е

Рис. 5.1. Светопанорамы крупных городов с акваторией водоемов или с высоко расположенных точек наблюдения на значительных расстояниях: А — Бостон, Б — Нью-Йорк, В — Сиэтл, Г — Майами, Д — Лион, Е — Куала-Лумпур

установки, формирующие видовые светопанорамы и световые перспективы, обычно не видны или не становятся их существенными элементами, за исключением, в ряде случаев, крупногабаритных установок световой рекламы на крышах и венчающих элементах зданий и сооружений.

«Ландшафтный» масштаб в основных своих чертах должен прогнозироваться на стадии разработки генплана города и в проектах планировки крупных градостроительных образований вместе с решением светопланировочных задач структурно-иерархической дифференциации и светоцветового зонирования. При этом освещением прорисовываются крупномасштабные формы, из которых в сознании жителей должен затем складываться светоцветовой образ вечернего города (по К. Линчу) [28], в том числе зримое представление о «границах» между планировочными зонами, о

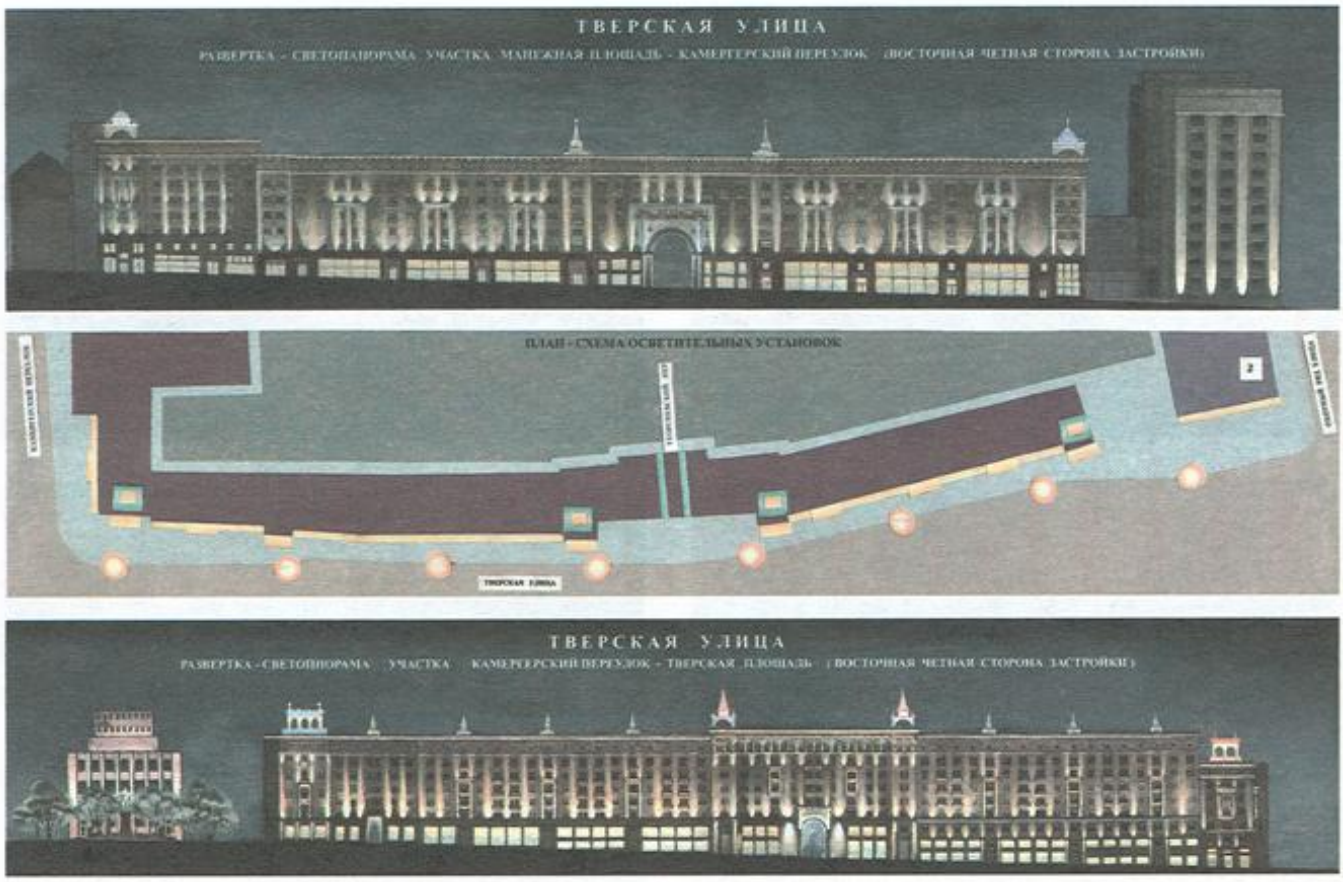


Рис. 5.2. Развертки Тверской улицы в концептуальном проекте освещения фасадов ее застройки (В.В. Воронов, Н.И. Щепетков, ручная графика). 1997 год

перепадах рельефа и состояниях городского ландшафта в виде светопанорам застройки, об «узлах» сопряжения путей и зон и фокусирующих пунктах движения (например, в виде освещенных транспортных развязок), о «районах» с общим, распознаваемым характером (например, исторический центр с одним характером освещения и современная периферийная застройка с другой светоцветовой «атмосферой», между которыми можно установить «визуальный диалог»), об «ориентирах» в виде освещенных доминантных сооружений и ландшафтных элементов. Эти светокомпозиционные мероприятия, разрабатываемые зодчим или светодизайнером, могут быть одновременно нацелены на создание одной или нескольких систем ориентации в городе и его районах (*см. п. 3.2*). На эту архитектурную основу может быть наложена система крупномасштабной световой информации, включаемой в сеть городских ориентиров.

Вопросы «ландшафтного» масштаба решались в Москве в проектах освещения Тверской улицы и Садового кольца, Софийской, Раушской и Космодамианской набережных (*рис. 5.2, 5.3*), светопанорамы столицы с Воробьевых гор (*см. рис. 4.10*).

«Ансамблевый» масштаб, являющийся промежуточным между «ландшафтным» и «камерным», свойственен восприятию архитектурных комплексов со средних дистанций (100—500 м), при движении с относительно небольшой скоростью в автомобиле или пешком, когда контакты человека с архитектурой еще разорваны, опосредованы пространством, а ее оценка связана с предварительным зрительным прочтением композиционных особенностей объемно-пространственного построения и функциональной специфики ансамбля, с распределением масс в архитектурном пространстве, где темное небо и окружение уже не доминируют, а составляют скорее некую равновесную компоненту, с выявлением наиболее существенных элементов и признаков архитектурно-градостроительной формы, с выбором направления движения к объекту и проникновения в его структуру.

Здесь целесообразно создание световых доминант, несущих основную художественную нагрузку в каждом ансамбле, и системы световых акцентов

Рис. 5.3. Светопанорама Раушской набережной — проект и реализация («Светосервис»). 2002 год

при обозначении более слабым освещением массы фоновой застройки, обеспечение композиционных связей комплекса с окружением. Не менее важна световая «прорисовка» силуэта и выделение освещением входных зон, зрительное выявление их и общей структуры с помощью планировочных осей, эффективная проработка светом многоплановости как меры глубины пространства и важнейшего приема композиции, а также трехмерности объемных архитектурных форм объектов, использование раскрытий местных перспектив, построенных на эффекте неожиданности, контраста или подготовленных логикой развития световой композиции при подходе (подъезде) к освещаемому комплексу (*рис. 5.4*).

Архитектурными комплексами, соответствующими «ансамблевому» масштабу восприятия, является застройка общественных центров, площадей и улиц, а также ландшафтные композиции той же городской или районной категории (парки, сады, бульвары, набережные), знакомство с которыми развертывается в пространстве и во времени. Осветительные установки в таких ситуациях воспринимаются вполне конкретно и могут быть полноценными ритмическими, пластическими и стилевыми элементами ансамбля.

«Ансамблевый» масштаб вечерней среды формируется в соответствующих разделах проектов планировки, застройки или реконструкции архитектурных и ландшафтных комплексов, а также в виде самостоятельных проектов освещения существующих ансамблей, когда с помощью прогнозируемых светокомпозиционных параметров создается система освещения участков территорий и фасадов выбираемых объектов. Решаемые задачи во многом идентичны «ландшафтному» масштабу, но с более иерархичной и детальной проработкой конкретных образных решений — «разверток» освещаемой застройки, освещения композиционно важных узлов и фрагментов, дизайна элементов основных систем освещения. Кроме того, здесь больший вес приобретает прогнозирование светопространственных параметров среды. Наконец, в этом масштабе выбором соответствующих приемов и средств освещения могут программироваться такие характеристики световой среды как:

• художественно-композиционные (раскрытость—замкнутость, моно- или полихромия, соили гипермасштабность, целостность—дробность, статичность—динамизм и т.д.);

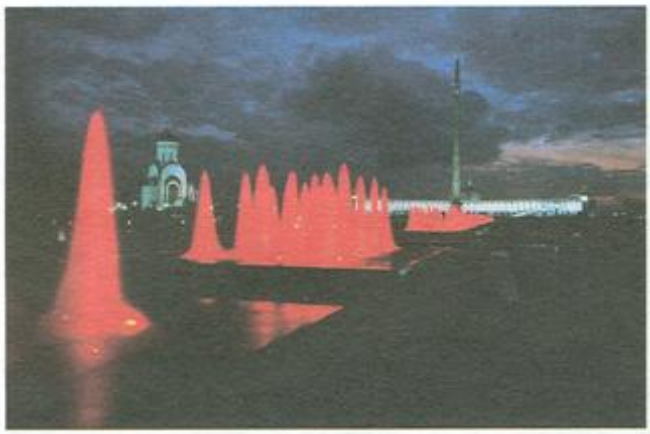


Рис. 5.4. Световые ансамбли Поклонной горы («Светосервис») и Кремля. 2004 год

• эмоционально-ассоциативные (торжественность—обыденность, «солнечность»—«пасмурность», «мажорность»—«минорность», праздничность—будничность и т.д.);

• социально-функциональные (уникальность—типичность, моно- и полифункциональность, традиционность—авангардность и т.п).

Задачи «ансамблевого» масштаба решались в концептуальных проектах световых ансамблей центральных площадей Москвы и Астаны, Садового и Бульварного колец, Олимпийской деревни-98 (*рис. 5.5*) и спорткомплекса в Лужниках, где эскизная образно-графическая проработка светопанорам, фрагментов освещения застройки, дизайна осветительных установок вместе со световым планом имела важное значение.

«Камерный» масштаб — это масштаб восприятия пешехода, перемещающегося в соизмеримом с ним, «интерьерном» пространстве (двора, жилой группы, торгового центра, местной улицы или площади), непосредственно контактирующего, целенаправленно или непроизвольно, с архитектурной средой и людьми, которые являются активным компонентом среды, а темное природное окружение и небо играют соподчиненную роль. Внимание человека обращено на ближнюю зону в поле центрального зрения, заполненную, в основном, фасадными поверхностями и воспринимаемую фрагментарно, в деталях и различных ракурсах (*рис. 5.6*).

Поэтому приемы создания желаемого масштаба освещаемой среды основаны на разнообразии

Рис. 5.5. Световой ансамбль Олимпийской деревни-98, проект светопанорамы и светового генплана, реализация (В.В. Воронов, Н.И. Щепетков, ручная графика). 1998 год

Рис. 5.6. Камерный масштаб двориков МГУ на Моховой улице (светодизайн — Н.И. Щепетков) и на Манежной площади («Светосервис»). 1995—1997 годы

впечатлений и акцентов, наблюдаемых на сравнительно коротких расстояниях, на выявлении или иллюзорном формировании пластических, фактурных, текстурных и колористических качеств окружения, на детальной разработке преимущественно нюансных светоцветовых сочетаний, а также на дизайне элементов осветительных установок.

Из всех художественных компонентов композиционной структуры — доминант, акцентов и фона — при формировании «камерного» масштаба относительно более важное значение, чем в двух предыдущих случаях, приобретают фон и акценты в поле центрального зрения, создаваемые материальным окружением и «планшетом» земли. «Фон — основная масса образующих архитектурное пространство поверхностей, которая создает в целом усредненное представление о его объемах, колорите, материалах. Эти элементы составляют «интерьер» площади, улицы, двора, т.е. среду, окружение более ярких компонентов композиции — акцентов и доминант... Акценты — части композиции и элементы, выделяющиеся среди других деталей за счет особого решения отдельных изобразительных характеристик... Важной чертой акцентов является их способность и даже стремление к «коллективной работе», образованию рядов, компактных групп, регулярных сочетаний, усиливающих при совместном восприятии отдельные впечатления» [43].

Световые акценты обычно создаются распространенным приемом локальной подсветки. Нередко даже не заслуживающие по своей композиционной роли в ансамбле детали фона объективно становятся световыми акцентами при случайной засветке фрагментов среды уличными светильниками или архитектурной локальной подсветке фасада, когда высокая яркость пятен на стенах превращает их в акцентные элементы. Поэтому таким важным и специфическим именно для вечерней световой композиции приемом (поскольку днем такой возможности нет) является светотехническое «ранжирование» световых пятен по яркости, размерам и форме на элементах фасада соответственно их светокомпозиционной значимости путем расчета и выбора световых приборов по их светораспределению.

«Камерный» («интерьерный») масштаб формируется в процессе одно- (стадия «рабочий проект») или двухстадийного (стадии «проект» и «рабочая документация») светообъемного проектирования архитектурных и ландшафтных объектов, когда на основе вариантного творческого поиска методом графического, компьютерного или иного светомоделирования создается световой образ объектов, выбираются конкретные приемы и средства их освещения, по результатам светомоделирования анализируется яркостная и цветовая композиция и на ее основе выполняются светотехнический расчет осветительных установок и дизайнерская разработка их элементов. Примерами такого рода работ служат реализованные авторские проекты световых ансамблей десяти крупнейших монастырей, ряда дворцово-усадебных памятников, Центральных Дома, Сада и Академического театра Российской Армии в Москве, Вологодского кремля и других объектов (*рис. 5.7, 5.8*).

5.2. Формирование световых ансамблей городской застройки

Проблема обеспечения архитектурной выразительности световых ансамблей, прежде всего, центров градостроительных образований, превращения их в смысловые и композиционно значимые «ядра» городской светопространственной

Рис. 5.7. Световой ансамбль Вологодского кремля, (светодизайн — Н.И. Щепетков, Д.Н. Щепетков). 1999 год

Рис. 5.8. «Интерьерное» светопространство ансамбля Свято-Данилова монастыря в Москве (светодизайн — Н.И. Щепетков). 1995 год

структуры, в опорные точки системы ориентации в пространстве ночного города требует особых приемов освещения. В отличие от дневного ансамбля, когда условия освещения едины для его «пустотной» компоненты — зрительно конечно—бесконечного перетекающего пространства («пространственного тела») и конечной материальной компоненты — земли, ландшафта и застройки, ночью проблема освещения подразделяется на две относительно автономные по приемам (но не по значимости) и взаимосвязанные составляющие — освещение «интерьерного», «обитаемого» (иллюзорного конечного) пространства ансамбля и освещение фасадов формирующих его объектов (*см. п. 3.3*). В реальных ситуациях по сложившейся традиции первой составляющей, по ряду причин, уделяется сравнительно мало творческого внимания. Это зависит, во-первых, от композиционных особенностей архитектурного ансамбля, определяемых в общем случае тремя составляющими его подсистемами: его градостроительным решением, композиционной структурой архитектурных масс и декоративно-пластической тематикой архитектурных форм [43], во-вторых, от особенностей применяемых систем искусственного освещения архитектурного пространства и объектов.

Архитектурное пространство («пространственное тело») ансамбля с его конкретными габаритами, конфигурацией, соотношениями физически ограждающих пространство масс и разрывов между ними, обеспечивающих в дневных условиях визуальные и функциональные связи ансамбля с городом, формируется принятым градостроительным решением. «Пространственное тело» днем имеет конечные размеры по двум горизонтальным координатам, но бесконечно по вертикали в сторону открытого неба. В вечерних условиях важным элементом (в ряде ситуаций более важным, чем днем) архитектурного пространства становится его освещаемый «планшет», по которому прочитывается планировочная структура ансамбля. Не надо забывать, что в темноте архитектурное (и любое другое) пространство воспринимается, лишь становясь искусственно созданным светопростран-

ством (за исключением ясных лунных ночей в природе). Для этого, как указывалось ранее (*см. п. 3.3*), используются одна, две или три относительно автономные системы функционального, архитектурного, светоинформационного освещения.

Традиционной, первичной и наиболее массовой системой формирования светопространства в городе, на улицах — в виде «световых туннелей», на площадях — «световых островов», в ландшафте — «световых пятен», «мазков» являются установки функционального уличного освещения. В общем случае они спонтанно или целенаправленно с тем или иным художественным качеством освещают горизонтальный «планшет» ансамбля — функционально используемые участки территории в виде дорожных покрытий в транспортных и пешеходных зонах и, отчасти, газонов, цветников и зеленых насаждений. Однако установки функционального освещения в одиночку не способны создать полноценное архитектурное светопространство, в котором должны господствовать основные содержательно-композиционные элементы ансамбля в центральном поле зрения. Необходимо качественно, избирательно осветить вертикальные поверхности главных «действующих лиц» любого архитектурного ансамбля — фасады физически формирующих его пространство объектов.

Распределение архитектурных масс в ансамбле — одно из самых мощных средств его художественной организации. Здесь возможны два принципиально разных подхода: размещение архитектурных объемов по периметру при зрительно свободном центральном («интерьерном») пространстве ансамбля или расположение архитектурной массы в центре. От системы и характеристик освещения зависят степень и характер выявления этих градостроительных особенностей. В первом случае освещение пространства обычно осуществляется уличными светильниками, расположенными по его периметру, поэтому его центр остается в относительной темноте, а периферийная застройка, будучи освещена случайными пятнами света или, в особенности, установками архитектурного освещения, приобретает доминирующее значение. При этом может существенно измениться масштаб пространства, размеры которого «скрадываются», поглощаются темнотой, а также снизиться самоценность удачно решенного (днем) пространства как архитектурной категории. Введение светящего или освещенного объекта, даже относительно небольшого по массе — фонтана, монумента, группы фонарей — в центр пространства или «прорисовка»

А

Б

Рис. 5.9. Вандомская площадь (А) и площадь Согласия (Б) в Париже. 1998 год.
Реконструкция исторических фонарей на Вандомской площади в начале 1990-х годов (замена старых ламп на натриевые «белого света») привела к существенному повышению светонасыщенности пространства прямым и отражаемым мощением светом и к нежелательной диспропорции между высокой яркостью «планшета» и недостаточной яркостью «ограждений» — фасадов зданий и колонны-доминанты

«планшета» специфическими средствами освещения (газонные или утопленные в землю светильники) значительно улучшает условия его светооптической организации. Во втором случае архитектурное освещение объекта, изначально расположенного в центре ансамбля, усиливает его господствующую, организующую, «монументализирующую» роль, что способствует распространению его визуального влияния за пределы ансамбля. Функциональное освещение периферийного пространства, как транспортного, так и пешеходного, а также архитектурное освещение фасадов застройки и световая информация, в значительной мере определяющие условия адаптации глаз пешеходов, водителей и пассажиров автотранспорта, представляет особую задачу, зависящую от ситуации, от степени значимости этого пространства в общей световой композиции ансамбля. Во всех случаях светокомпозиционные параметры — светонасыщенность пространства, яркость освещаемых объектов, цветность и динамика освещения, размеры и конфигу-

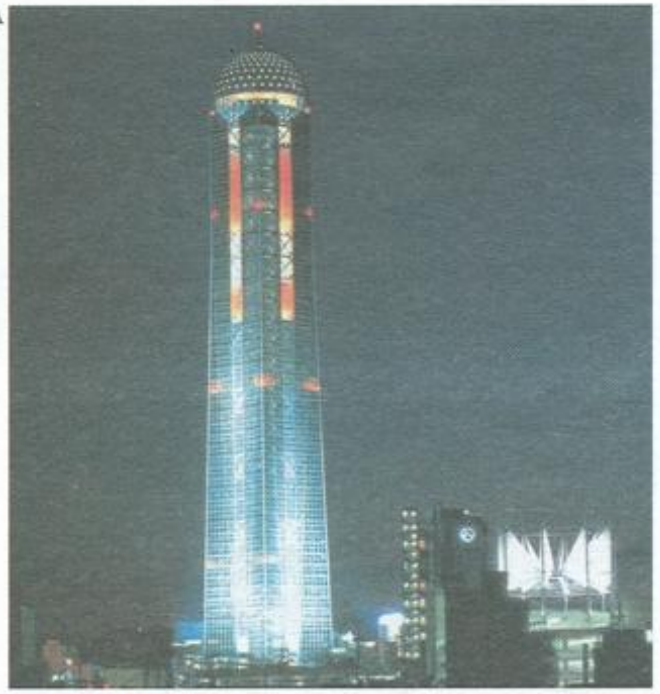
Рис. 5.10. Цветодинамическое освещение 48-этажной башни *Banco Colpatria* в Боготе, Колумбия (светодизайн — Р. Дэниэлс), 1998 год. С кровли размером 30 × 30 метров мощные ксеноновые прожектора с цветными светофильтрами фирмы *Space Cannon* направляют узкие пучки света вниз по пилонам. Градиентное светораспределение, светодинамика и светотень на фактурной поверхности пилонов дают оригинальное ощущение вибрации света на фасадах с активным нарастанием яркости кверху

рация световых пятен — играют важнейшую роль. Объективно доминантный (днем) объект, будучи неосвещенным или «недосвеченным», теряет свое значение, а ярко освещенный второстепенный становится доминантным. Слабо освещенная монументальная колонна в центре Вандомской площади в Париже, равно как и «недосвеченная» периметральная застройка, зрительно пропадают в «море» интенсивного, почти слепящего желтого света многочисленных фонарей с натриевыми лампами, заполонивших все ее четко ограниченное зданиями пространство (*рис. 5.9*). Ландшафтное пространство площади Согласия в центре того же города со множеством слепящих фонарей (как и в предыдущем случае, они — образцовые произведения исторического дизайна с мощными лампами накаливания) вечером вообще не воспринимается как градостроительная ценность, ибо скромные по размерам подсвеченные фонтаны и обелиск в ее центре, а также недостаточно освещенная малоэтажная застройка по периметру, не способны вырвать из темноты и удержать обширное пространство как единое «светопространственное тело», в котором не воспринимается в этих условиях целостным даже главный ее элемент — «планшет», классическая планировочная первооснова.

Композиционная структура ансамбля вообще и светового ансамбля в частности устанавливает эмоционально-эстетические взаимоотношения между всеми (вечером — освещенными, видимыми) его объемно-планировочными компонентами. Они подразделяются на доминанты, акценты и фоновые элементы. Обязательная для ансамбля соподчиненность образующих его элементов, заложенная в его художественном образе, выражается обычно в том, что доминанта имеет пространственно статическую форму, т.е. лишена определенной направленности в системе двух горизонтальных координат, в то время как все остальные подчиненные ей части в целом имеют форму относительно динамичную, т.е. архитектурным решением им может быть придана определенная направленность, зависящая от положения доминанты по отношению к другим частям ансамбля. Освещением может быть выявлена «дневная» иерархия и статичность или динамичность элементов ансамбля или установлена иная, что происходит иногда по воле светодизайнера, а в большинстве случаев складывается стихийно. Доминанты обычно являются первоочередными «претендентами» на освещение, акценты появляются, как правило, поэтапно и не обязательно в порядке их «дневной» композиционной значимости, фоновые элементы (здания, сооружения, зеленые насаждения, малые формы) редко являются объектами регламентируемого освещения или же, будучи освещены, они становятся случайными, не соответствующими их композиционной и смысловой роли элементами архитектурного ансамбля. В то же время уже известны некоторые предпочтительные соотношения яркостей доминантных, акцентных и фоновых элементов светового ансамбля, хотя исследования в этом направлении должны быть продолжены.

Роль доминанты в световом ансамбле может быть при необходимости усилена (по сравнению с ее «дневной» ролью) определенным распределением света по вертикали, например, более или менее прогрессивным увеличением (или уменьшением) яркости снизу вверх, изменением цветности света, наконец, динамическим режимом много-

А



А

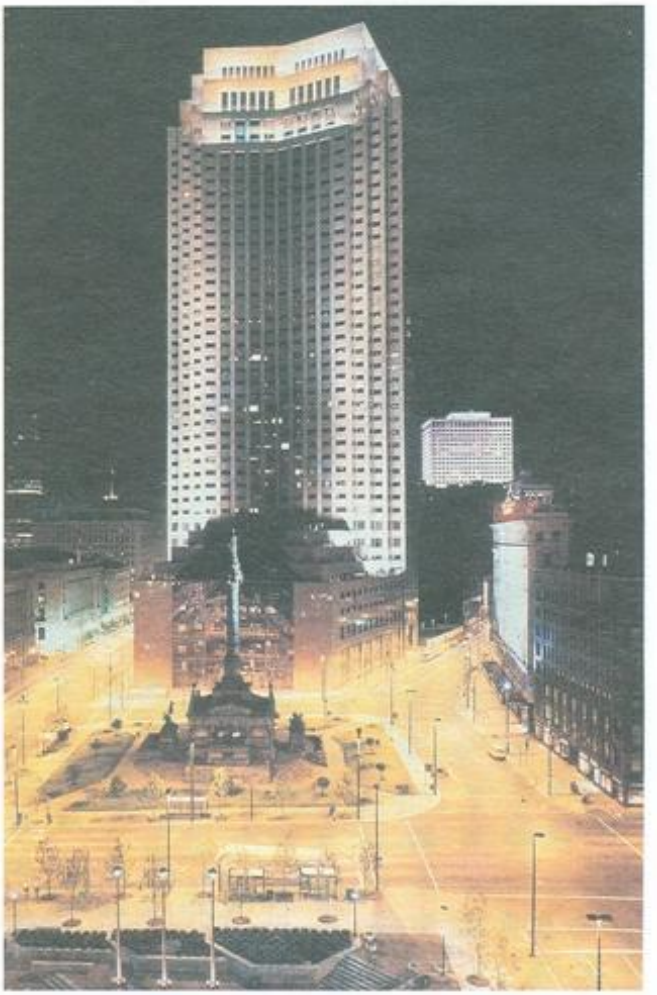


Рис. 5.11. А — «Башня времени» в Международном торговом и культурном центре в Ямагучи, Япония, 1998 год (светодизайн — М. Ишии); Б — офисное здание *SOHIO* в Кливленде, штат Огайо (светодизайн — Р. Баркетт). 1990-е годы
Оба объекта градиентно подсвечены снизу, но для сохранения их доминантной роли венчающая часть каждого, чтобы не раствориться в темноте, освещена дополнительно, благодаря чему силуэт читается четко и выразительно

цветного освещения доминанты по всей высоте или в пределах какого-либо ее фрагмента. В современной мировой практике эти приемы распространены в различных вариантах (*рис. 5.10, 5.11*).

Среди световых акцентов средствами освещения может быть установлена своя иерархия, отвечающая композиционно-образным задачам светового ансамбля.

Исходя из вышеизложенного, можно привести три основные схемы светопространственных комбинаций доминантно—акцентно—фоновых форм [43]:

• глубинная световая композиция, когда пространственная организация улицы, площади, двора подчеркнута соответствующей расстановкой светильников функционального освещения и световых акцентов и доминант в виде освещенных фасадов объектов или светоформ, образующих определенную ритмическую цепь вдоль оси развития светопространства и, как вариант, замыкающих эту ось;

• альтернативная ей центрическая («островная», «фокусная») композиция, где целостность светопространства обеспечивается соответствующим освещением «планшета» и фасадов окружающих его объектов или закреплением центра пространства освещенной акцентно-доминантной формой;

• среднее между ними положение занимает фронтальная световая композиция; здесь центричное или вытянутое светопространство «нагружено» доминантами и акцентами в виде освещенных объектов или групп светильников асимметрично, привлекая внимание зрителя на одну из сторон «планшета» ансамбля — по аналогу взаимодействия зала и театральной сцены.

В реальных ситуациях существуют различные сочетания этих композиционных схем. В частности, к фронтальной композиции могут быть отнесены ансамбли площадей распространенного в мировой градостроительной практике курдонерного типа, выходящих своей осью перпендикулярно глубин-

Рис. 5.12. Световой ансамбль Тверской площади в Москве — проект и реализация (светодизайн — Н.И. Щепетков). 1997 год

А Б

Рис. 5.13. Площадь искусств с памятником А.С. Пушкину перед Русским музеем в Ленинграде, 1972 год (А) и парадный двор Московской государственной консерватории с памятником П.И. Чайковскому на Большой Никитской улице (Б) (светодизайн — В.В. Воронов). 1996 год

но-линейному пространству движения по магистрали, с которой они воспринимаются в течение сравнительно небольших промежутков времени (Тверская площадь в Москве — *рис. 5.12*, площади перед Александринским театром и Русским музеем в Петербурге — *рис. 5.13* и т.п.). Локальная глубинность пространства такой площади, в особенности имеющей доминанту в своем «торце», может выявляться и иллюзорно трансформироваться освещением по одному из трех принципов:

• яркость фасадов объектов возрастает по мере их удаления до максимума на замыкающем перспективу объекте (прием «яркостной инверсии»). В этом случае замыкающий объект, даже несмотря на сравнительно малый угловой размер (вследствие перспективного сокращения), зрительно приближается и приобретает доминантное значение, глубинность ансамбля ощущается явственно и полноценно, а световая композиция в целом получает определенную экспрессию (*см. п. 3.3*);

• обратный порядок распределения яркостей, в результате чего замыкающий «задник» зрительно удаляется, а перспектива теряет свою напряженность и композиционную значительность;

• ритмическое чередование темных и светлых разноплановых элементов, при этом их усредненная яркость может выдерживаться на одном уровне или изменяться как в первом или втором случае, что может дать нейтральный эффект.

Кроме яркости, определенную роль в зрительных трансформациях и восприятии глубины пространства играет цветность освещения — от теплых и холодных оттенков до хроматического света, но эти закономерности для условий вечерней городской среды практически не исследованы.

Во всех случаях остается открытым (проблематичным для решения) вопрос об освещении собственно пространства, в котором передвигаются люди, о соотношении его светонасыщенности и адаптирующей цветности освещения с яркостными и цветовыми характеристиками фасадов формирующих его объектов. Как правило, это связано прежде всего с выбором системы и источников функционального освещения территории

Рис. 5.14. Световой ансамбль Триумфальной площади в Москве (светодизайн — Н.И. Щепетков, В.В. Воронов). 1997—2000 годы. На световом генплане — высокомачтовые установки освещения пространства площади белым светом (из концепции светового ансамбля Садового кольца)

(«планшета» архитектурного пространства ансамбля).

В традиционной («дневной») теории архитектуры по поводу закономерностей построения ансамбля считается, что «композиция архитектурного произведения не обязательно адекватна пространственной основе, это — новая система, преследующая преимущественно художественные цели, которая по-своему организует среду. Она как бы навязывает свои декоративные построения изначально аморфному в эстетическом отношении объему, внося в него элементы и черты, необходимые для ожидаемого эмоционально-художественного эффекта, деформируя, если это нужно, «мешающие» габариты и объекты» [43].

В вечернем световом ансамбле неадекватность возникает неизбежно, ибо осветить вечернее пространство аналогично дневному технически невозможно — сложная структура искусственного светового поля, создаваемого множеством точечных источников света с разными параметрами, при темных небе и окружении не имеет ничего общего со структурой единого светового поля при «глобальном» свете неба в пасмурную погоду или неба и солнца в ясный день. Поэтому **электрическим светом действительно создается новая система ценностей, новая визуальная композиция, специфически организующая среду**, которая во всех случаях должна преследовать не только утилитарные, но и художественные цели, воздействовать на характер, на ритм связи человек-среда, на зрительную стратегию человека, главным образом пешехода, в городском пространстве.

Третья подсистема композиции архитектурного ансамбля — декоративно-пластическая тематика архитектурных форм объектов, формирующих этот ансамбль. В световом ансамбле она относится к светопластике объектов и поэтому рассматривается в *Главе 6*, посвященной светообъемному проектированию.

В дополнение к трем универсальным композиционным подсистемам или аспектам, присущим любому архитектурному ансамблю (градостроительное решение, структура архитектурных масс и пластическая тематика форм), при создании светового ансамбля важное значение может иметь четвертый, содержательный аспект — историко-художественная значимость составляющих ансамбль элементов. Учитывая специфику искусственного освещения — избирательность объектов освещения и автономность управления осветительными установками, а также возможность осуществления принципиально нового (по сравнению с дневным) образного решения, выбор доминант и акцентов и иерархическая соподчиненность элементов могут не совпадать с существующей при естественном свете.

Методикой проектирования световых ансамблей в реальных ситуациях предусматривается предпроектное изучение историко-архитектурного материала, в том числе по освещению, и натурные обследования систем функционального, архитектурного и светоинформационного освещения, даже если заданием определяется разработка лишь одной системы архитектурного освещения.

Например, в концептуальном проекте светового ансамбля Садового кольца в результате выполнения предпроектных исследований в 2000 году зафиксированы следующие особенности:

• установки функционального освещения транспортной зоны являются господствующими и создают монотонное по цветности светопростран-

Рис. 5.15. Светопанорамы «ландшафтного» и «ансамблевого» масштабов: А — Свято-Данилов монастырь (Н.И. Щепетков), 1995 год; Б — Вологодский кремль (Н.И. Щепетков), 1999 год; В — круговая ночная панорама Лубянской площади (светодизайн объектов — Н.И. Щепетков, В.В. Воронов), 1995–1999 годы; Г — набережная реки Ишим в Астане (концептуальный проект, Н.И. Щепетков, А.Г. Хаджин), 2000 год

ство — желтый «световой туннель» длиной 15 км с относительно меньшей освещенностью в зоне срединной линии магистрали и в центральных зонах площадей. «Остаточный» желтый свет «заполняет» периферические пешеходные тротуары, обуславливая вместе с отсутствием их автономного освещения низкое качество световой среды для пешеходов. Все это наряду с недостаточным архитектурным освещением фасадов периметральной застройки по обе стороны кольца придает его ансамблю транспортно-техногенный характер. Для установок функционального освещения характерен «антидизайн» уличных светильников с неудовлетворительным состоянием опор, «захламленностью» видовых кадров висячими кабелями-торсадами, контактной сетью троллейбусов, элементами «разнокалиберной» визуальной информации и т.д.;

• системами архитектурного освещения оборудованы фасады более 50 объектов, но создаваемый ими световой ритм случаен, сложившаяся иерархия объектов не прочитывается, световой рисунок на фасадах в большинстве случаев измельчен, отсутствуют установки декоративного освещения зелени, фрагментарно еще существующей на Садовом, когда-то действительно зеленом, кольце;

• светоинформационные и светорекламные установки расположены бессистемно, без согласования с архитектурной средой по размерам, местоположению, форме, яркости, цветности, являясь главным элементом светового хаоса.

Содержательная часть концептуального проекта предусматривает комплексную реконструкцию всех основных групп осветительных установок с повышением эстетических качеств функционального освещения, в первую очередь, в пешеходных зонах. Проект предполагает (*рис. 4.15*):

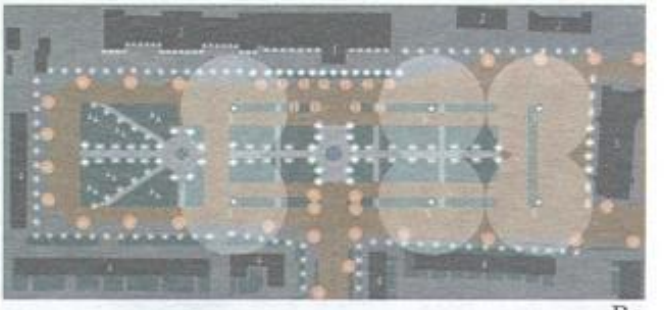
• светоцветовое зонирование пространства Садового кольца на транспортную (желтый свет) и пешеходную (белый свет) зоны. Зонирование осуществляется системами функционального освещения, относительно автономными в обеих зонах по уровням, цветности, кинетике, масштабу освещения, дизайну осветительных установок;

• светоритмическую модулировку пространства по всей его длине высокомачтовыми осветительными установками на основных транспортных площадях Кольца, создающими повышенные уровни освещенности белым светом, заметным для водителей с радиальных магистралей и при движении по кольцу (*см. рис. 5*);

• современный дизайн установок функционального освещения в транспортных и пешеходных зонах, способствующий формированию трех масштабов — транспортного («ландшафтного») и

А

Б



В

Рис. 5.16. А, Б — Световой ансамбль Лужников (светодизайн — В.В. Воронов, Н.И. Щепетков). 1998 год; В — концептуальный проект светового ансамбля Вокзальной площади в Астане (светодизайн — Н.И. Щепетков). 2000 год

пешеходного («камерного» и «ансамблевого»). Первый создается мощными светильниками на мачтах высотой 20—30 м на площадях и консольными уличными светильниками высотой 10—13 м по обеим сторонам проезжей магистрали, второй — торшерами и бра на высоте 3—5 м, а также газонными светильниками, световыми парапетами и светящими разделительными тумбами на тротуарах высотой до 1,2 м (*см. рис. 4.16, 5.14*);

• архитектурное освещение фасадов всех композиционно важных элементов периметральной застройки, с возможным использованием приема разноспектрального освещения по обе стороны кольца: на внутренней стороне преобладают «теплые», на внешней — «холодные» оттенки белого света (подобный прием реализован в световом ансамбле Тверской улицы);

• выбор соответствующих светокомпозиционных параметров для иерархического соподчинения освещаемых объектов — памятников архитектуры, инженерного и монументального искусства, крупных общественных и жилых зданий, обеспечивающих масштабную ритмизацию светопанорам;

• «прорисовку» светом силуэта застройки с характерными венчающими элементами — куполами, башнями, шатрами и т.п.;

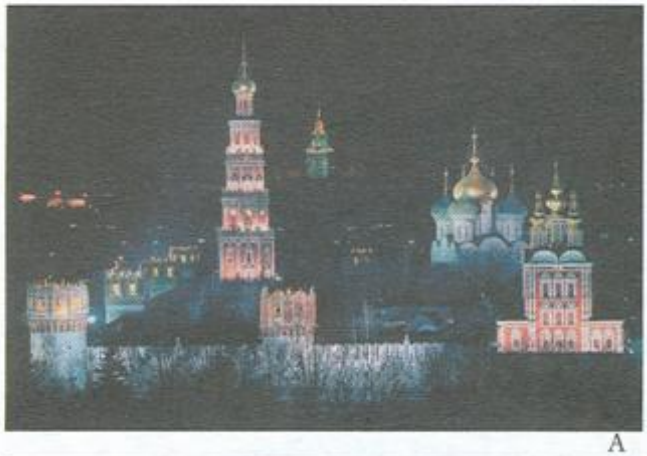
• акцентирование освещением угловых опорных зданий на перекрестках;

• декоративную подсветку зеленых насаждений, элементов сезонного цветочного оформления, установку «световых скульптур» в курдонерах, садах, скверах вдоль Садового кольца;

• реструктуризацию крупных светоинформационных и светорекламных установок, расположенных на крышах и фасадах зданий и на земле: перемещение основной массы установок на внешнюю сторону кольца с концентрацией их на площадях, на угловых зданиях и «растекание» их по радиальным магистралям за пределы исторического центра с согласованием их светокомпозиционных параметров с общим архитектурно-световым решением;

• детальную проработку элементов ближней зоны для пешеходов — мелкомасштабной световой информации, освещения витрин, малых форм, элементов благоустройства, «планшета» (тротуаров, газонов, цветников).

Аналогичные задачи «ландшафтного» и «ансамблевого» масштаба решались и в концептуальном проекте освещения Астаны, ее центральных проспектов — Республики и Абая — и набережной реки Ишим (*рис. 5.15, 5.16*) в пределах исторически сложившейся части города. Вместе со светопланировочной задачей светоцветового зонирования их территории на транспортные зоны и пешеходные пространства общения, движения и отдыха важнейшей была задача «построения» светового силуэта, образуемого группами новых высотных жилых и административных зданий и существовавшей, в основном типовой, 5-этажной застрой-



А

Б

Рис. 5.17. Светопанорамы Новодевичьего монастыря в Москве (А), 1994 год, и Казанского кремля с башней Сююмбеки (Б) (светодизайн — Н.И. Щепетков). 1998 год

кой. Примитивность силуэтного рисунка старой застройки преодолевалась, в частности, устройством на зданиях декоративных венчающих парапетов с «фронтонами», «шатрами», «башенками» и встроенными системами их освещения, а также установкой крупных светорекламных объемов на кровлях. Цветности, используемой в системах архитектурного освещения, придавалось не только декоративное, но и символическое значение: по складывающейся в городе традиции предусмотрено широкое применение цветного света, в особенности сочетания желтого, голубого и зеленого цветов, характерных для государственной символики Республики Казахстан и ислама в целом.

Чтобы компенсировать пластическую скудость архитектурной среды, большое внимание в проекте уделено дизайну малых, в особенности световых форм, которые должны «насытить» пешеходные зоны, сформировать в них, вместе с другими элементами архитектуры и благоустройства, человеческий масштаб и благоприятную психологическую атмосферу, обладающую необходимыми художественными достоинствами.

Рис. 5.18. Светопанорама Новодевичьего монастыря со стороны пруда (Н.И. Щепетков). 1994 год

Иные, более конкретные светоансамблевые задачи решались в реализованных рабочих проектах архитектурного освещения крупнейших московских монастырей — Новодевичьего, Новоспасского, Спас-Андроникова, Свято-Данилова, Донского, Симонова, Андреевского, Сретенского, Высоко-Петровского, Перервинского, а также спорткомплексов «Лужники» и «Олимпийский», Вологодского кремля и других объектов (*рис. 5.15–5.17*). Это были преимущественно задачи формирования художественно-образных характеристик световых ансамблей, воспринимаемых как извне — с городских улиц, площадей и набережных пешеходами, водителями и пассажирами автотранспорта («ансамблевый» масштаб), так и изнутри — пешеходами («камерный» масштаб). В первом случае важными задачами проекта, решаемыми с помощью установок архитектурного освещения фасадов, были задачи создания целостного светового ансамбля, «вписывания» его в контекст существующего окружения, выявления характерного силуэта и создания эффектных светопанорамных видов. Это особенно удалось в Новодевичьем монастыре со стороны пруда с отражением светопанорамы в его зеркале (*рис. 5.18*). Во втором случае ставились задачи формирования светопространственной среды для пешехода с определенными психоэмоциональными качествами внутри ансамбля, особенно в действующих монастырях, и гармонизации светокомпозиционных параметров главных и второстепенных элементов светового ансамбля, хорошо воспринимаемых с небольших расстояний наблюдения. Эти параметры, в значительной мере, эмпирически определялись в процессе светообъемного проектирования, а затем визуальной оценки полученного результата при вводе осветительных установок в эксплуатацию (*рис. 5.19*).

А

Б

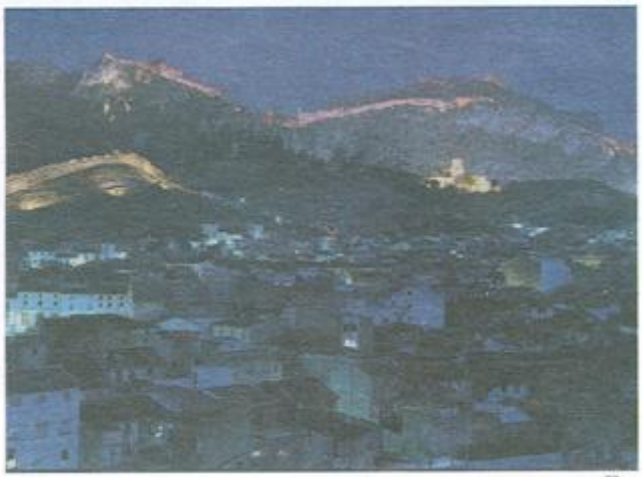
Рис. 5.19. «Камерный» масштаб «интерьерного» пространства световых ансамблей Сибирского (А) и Крутицкого (Б) подворий в Москве (светодизайн — Н.И. Щепетков). 1996–1998 годы

5.3. Формирование ландшафтно-световых ансамблей

Ландшафтные элементы являются важнейшей частью городской среды. К ландшафтной архитектуре причисляют вообще формирование среды открытых пространств [6], но чаще имеют в виду парки, сады, набережные, бульвары, зоны отдыха, которые представляют собой примеры синтеза природы и архитектуры, гармоничное сочетание и согласование зеленых насаждений, рельефа, водных пространств с парковыми сооружениями, элементами монументального и декоративного искусства, с визуальной и звуковой информацией. Ландшафтный ансамбль как взаимодействие искусств строится на основе принципов динамичного развития в пространстве и времени с учетом взаимопроникновения пространств во всех направлениях, множественности и одновременности различных точек восприятия. Спецификой ландшафтной архитектуры было и остается использование природных «строительных» материалов — зеленых насаждений, воды, земли и образуемых ими аква-, растительных и геопластических форм в сочетании с искусственными сооружениями из традиционных строительных материалов. Природные «материалы» обладают принципиальным отличием от архитектурно-строительных — они динамично изменяют свой облик во времени и под действием климата — вода и зелень «живут», движутся при ветре, преображаются в разные сезоны года, что вносит естественное и благотворное для глаза человека разнообразие в стационарную по своей структуре искусственную среду. Это ценное качество может быть иллюзорно усилено и творчески интерпретировано в вечернее время, когда в число «строительных» материалов ландшафтной архитектуры дополнительно включаются еще два — искусственный свет и небо, на фоне которого лучами этого света могут создаваться разнообразные декоративно-световые композиции. Еще одной характерной и замечательной «особенностью ландшафтной архитектуры в сравнении с общепринятой архитектурной практикой является главенствующая роль эстетического и, если можно так сказать, эколого-гуманистического начала. Функциональные и технические стороны формирования среды, при всей их важности, занимают в ландшафтной архитектуре подчиненное место». Эта особенность в освещении существующих ландшафтных ансамблей в большинстве случаев совсем не выявлена, поскольку в них господствует утилитарное освещение, но она может стать доминирующей при соответствующей постановке и решении проектных задач — светопланировочных, светопространственных и, главное, образно-художественных.

Ландшафтно-световые композиции как самостоятельные и самоценные объекты эстетического, зрительного восприятия имеют широчайший диапазон по всем параметрам — по масштабам залитых светом территорий и характеру светового рисунка в зрительных кадрах, по времени экспозиции этих кадров и их соотносимости с наблюдателем, по эмоциональному характеру светоцветовой композиции и ее жанру, по степени дискретности каждого создаваемого светопространства или светового ансамбля и взаимоотношений его с другими в окружающей среде и т.п. Масштаб освещения связан с адресностью каждой световой «картины» — от грандиозных, даже «космических» ночных светопанорам, предназначенных для всех жителей города, до локальных, рассчи-

А



Б

Рис. 5.20. Светопанорамы города Куенко (А) и замка Майор в Хативе (Б), Испания. 1990-е годы

А

Б

Рис. 5.21. Декоративное освещение скал в Ле Бо, Прованс, Франция, 1980-е годы (А) и в Метеора, Греция, 2000-е годы (Б)

танных на персональное восприятие световых пятен, «вырывающих» из контекста темной среды фрагменты пейзажа, часто не привлекающие днем особого внимания, а вечером превращающихся в объекты эстетического созерцания, — цветник или валун, куст или дерево, садовую скамью или лестницу на рельефе. Иными словами, в искусстве освещения городского ландшафта с учетом его специфики применимы все основные принципы концептуальной методологии формирования световых ансамблей «ландшафтного», «ансамблевого» и «камерного» масштабов. Получаемые в результате взаимодействия света и ландшафта светопространства, светоформы, светопластика и светоцвет в целом более декоративны, живописны, чем в традиционной архитектуре, поскольку менее связаны с понятиями архитектурного образа, тектоники, пропорций, массы и т.д.

Примером незабываемой крупномасштабной светопанорамы, созданной еще в 1960-е годы, был ночной Кейптаун. Гигантская Столовая гора, освещаемая снизу группами мощных прожекторов, стала эффектным фоновым «задником» для города, амфитеатром спускающегося к одноименной бухте со сходящимися в его центре светящими «ручейками» и «реками» улиц и магистралей и световыми сгустками площадей (*см. рис. 45*). Аналогичное по композиции, но более скромное по масштабу, зрелище представляла в 70-е годы XX века вечерняя панорама Тбилиси с освещенными руинами цитадели V века Нарикала на гребне господствующего над старым городом Сололакского хребта (*см. рис. 2.14*). Или светопанорама испанского города Куенко, здания которого «вырастают» прямо из скал, а свет прожекторов объединяет застройку, ущелье и гору, подчеркивая причудливость созданного природой и человеком рельефа (*рис. 5.20*). Экзотический рельеф нередко становится объектом художественного освещения (*рис. 5.21*). Гористый пейзаж и в других городах — Баку, Ереване, Алма-Ате, Сан-Марино, Афинах,

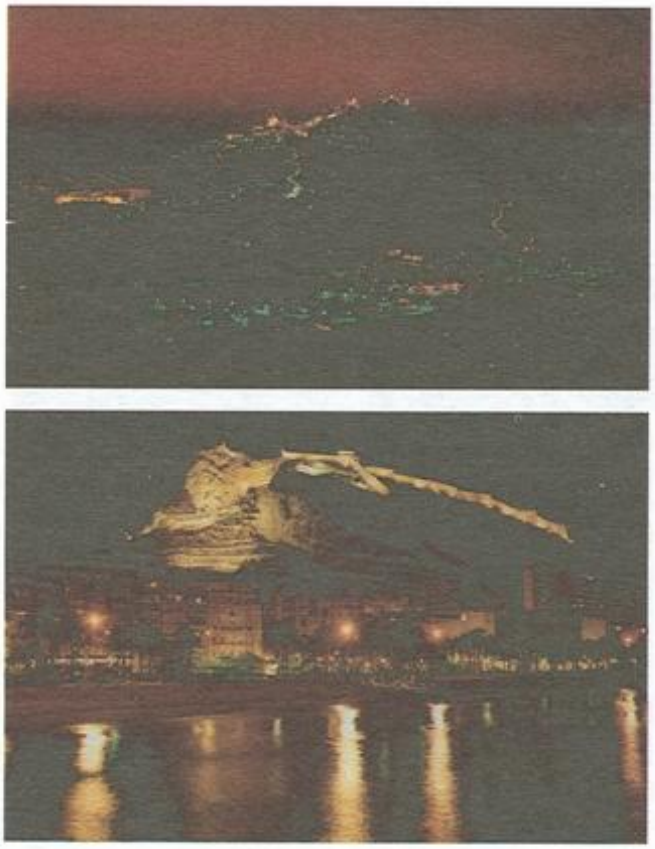
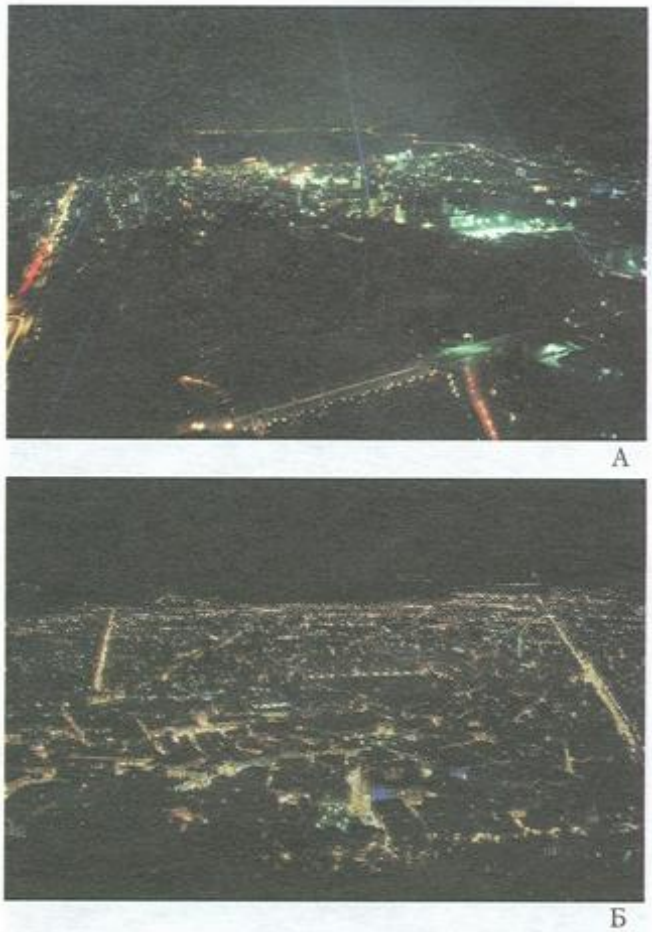


Рис. 5.22. Республика Сан-Марино, 1990-е годы и город Аликанте с замком, Испания, 2002 год



А

Б

Рис. 5.23. Светопанорамы городов Оито в Японии (А) и Гренобля во Франции (Б) с высоты птичьего полета

Будапеште, Аликанте (*рис. 5.22*)— способствовал в прошлые годы спонтанному формированию обозреваемых снизу или с высоко расположенных видовых точек завораживающих ночных панорам, напоминающих во втором случае опрокинутое звездное небо или тлеющие во тьме угли громадного костра (*см. рис. 2.52, 2.53, 45, 5.23*).

Практика последних лет все более ориентируется на проектно-концептуальную разработку крупномасштабных световых планов. Новые приемы и принципы освещения городских и загородных ландшафтов активно разрабатывает Р. Нарбони (проект освещения пейзажа в окрестностях города Клермон-Ферран, основанный на географии вулкана, или исторического центра Афин с акцентом на античном греческом ландшафте), М. Ишии («лунный свет» в поселке Ширакава в префектуре Жифу), И. Адриен (план «Свет, вода, дерево» для города Амьен).

В недавно вышедшей, первой в своем роде оригинальной книге «Свет и пейзаж. Создание ночных пейзажей» [68] Р. Нарбони дает разнообразные классификации городских пейзажей по определенным типологическим признакам, а также методические программы по разработке проектов освещения. Например, по типам природных участков он выделяет 16 образцов: берег моря (Алжир, Ницца); залив (Рио-де-Жанейро, Сидней); портовый рейд (Брест, Тулон); в глубине устья (Бордо, Санкт-Петербург, Лондон); архипелаг (Стокгольм); полуостров (Дакар, Нью-Йорк); устье реки (Сингапур); пролив (Гонг-Конг, Копенгаген); берег озера (Женева, Детройт); берег реки (Париж, Амьен); естественный амфитеатр в излучине реки (Блуа, Руан); крутой поворот реки (Безансон); слияние двух рек (Лион, Гренобль); вершина холма (Эдинбург); скальные склоны (Константина); подножие горы (Турин, Маракеш). Р. Нарбони подчеркивает, что на практике при разработке проектов освещения городов и поиске их светового образа очень редко вспоминают о достоинствах и индивидуальности участка, на котором когда-то был основан тот или иной город, основные признаки которого все еще прочитываются, хотя это дол-

А

Б

Рис. 5.24. А — Световая композиция «Битва дракона» во рву замка в Анжере (светодизайн — К. Тахара), 1993 год; Б — «Сад для ночи» в Королевском огороде Версальского парка (Ф. Маго), 1992 год. Временные световые инсталляции — произведения «*Lend Art*»

жно быть одним из базовых концептуальных элементов проекта освещения.

При создании ночных пейзажей светодизайнер предусматривает три типа ситуаций:

- реновацию существующих систем освещения;
- реализацию освещения новых пейзажей;
- приоритетное выделение наиболее достопримечательных для города пейзажных ситуаций.

В методике проектирования важное значение придается анализу особенностей ночного пейзажа, на основе которого составляется программа проекта или задание на проектирование. Они предусматривают, например, решение комплекса следующих задач:

- реконструкция существующего освещения;
- создание системы постоянного функционального освещения, связанного с рассматриваемым пейзажем;
- обеспечение освещения транспортных проездов, стоянок и пешеходных путей;
- улучшение качеств визуального окружения и ночной атмосферы для жителей;
- разработка периодического праздничного или «событийного» освещения участка;
- использование сценографического освещения, способного представить пейзаж как достояние города;
- создание ночного пейзажа, привлекающего туристов.

Эта в общем виде выраженная методика проектирования относится главным образом к объектам больших размеров и предназначена для светодизайнеров или групп специалистов-консультантов. Программы для небольших и средних объектов основное внимание уделяют деталям пейзажа и, в ряде случаев, образному выражению

А Б

Рис. 5.25. А — проект подсветки океана и территории ЭКСПО в 1975 году на Окинаве (светодизайн — М. Ишии); Б — набережная в Биаррице, Франция (П. Бидо), 1994–2001 годы. Эффект ночного свечения водяных брызг и пыли, создаваемых разбивающимися о скалы волнами в свете прожекторов, постоянно изменяется в зависимости от метеорологических условий

определенной, метафорически сформулированной художественной, мифологической или философской идеи: «Цветной сад», «Битва дракона», «Сад равноденствия», «Японские огни», «Сад для ночи» и т.п. (*рис. 5.24*).

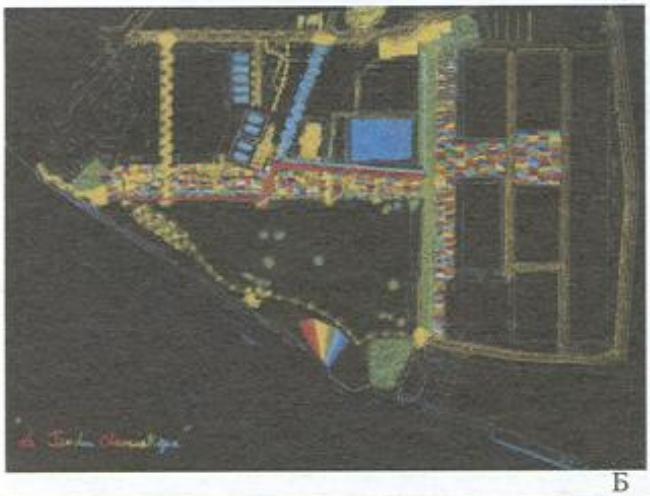
Во многих городах специально для туристов создаются видовые точки в высотных зданиях и на высотных сооружениях для обозрения «пятого фасада» с высоты птичьего полета — в Париже (Эйфелева башня и небоскребы в Дэфансе и на Монпарнасе), в Москве (Останкинская телебашня, здание Президиума), в Берлине (телебашня и купол Рейхстага), в Риме (купол собора Святого Петра), в Лионе (офисное здание банка «Лионский кредит») и т.д.

«Равнинные» светопанорамы особенно зрелищны на набережных крупных водоемов. Вода и свет в их разнообразных сочетаниях — непревзойденные «живописцы». Вечером значительнее, нежели днем, эффекты зеркального, а в большинстве случаев — динамического, отражения света в воде производят впечатление на прохожих. Вода и небо служат главными пейзажными элементами «космических» светопанорам двух городов-гигантов США на морских побережьях — Нью-Йорка и Чикаго. В последнем на набережных озера Мичиган в 1989 и в 1990 годах по проекту светодизайнера Д. Муни были устроены два грандиозных шоу — «световые танцы» с десятками мощных зенитных прожекторов в «поисковом» режиме (*см. рис. 2.33, 2.35*). На ЭКСПО-75 на острове Окинава сам океан, подсвеченный по проекту М. Ишии с подводного кораллового рифа 52-мя мощными прожекторами на протяжении 1 км, стал главным и впечатляющим «персонажем» пейзажа, получившим сакральное звучание [68] (*рис. 5.25*). Освещенные волны прибоя, набегающие на пляж со скальными выступами, образуют вечно волнующуюся картину набережной под темным небом Биаррица (П. Бидо). На фоне неба успешно демонстрируются оригинальные декоративные возможности цветных лазерных лучей во время праздников и крупных выставок (Вашингтон — *см. рис. 3.16*, Нью-Йорк, Эйндховен, Флоренция, Лондон, Франкфурт, Санкт-Петербург и др.).

Создание величественных, экзотических или романтических ландшафтно-световых композиций как вида массовых зрелищ, в которых творчески используется богатый сценографический опыт театра, цирка, эстрады и современные светотехнические средства — основное направление в образной интерпретации среды.

Другая, альтернативная и более редкая его ветвь — минимальная трансформация природной световой среды — была использована Ле Корбюзье, как уже упоминалось, при проектировании комплекса Капитолия в Чандигархе: он запретил вечернее освещение вокруг озера, за исключением полускрытого «бивуачного» подсвета газонов, чтобы можно было видеть в воде отражение звездного неба (сведений о сохранности этой идиллической картины нет). Такой прием естественно сокращает масштабы воспринимаемого пространства — глаз плохо видит в темноте, особенно пространственную глубину, но это приносит другие ощущения — таинственности или некоторой, щекочущей нервы, опасности. В мрачноватом, без фонарей (в 1970-е годы) парке в Паланге немногие слабо освещенные

А



Б

В

Рис. 5.26. «Цветной сад» в парке Жерлан в Лионе, 2001 год (светодизайн — Л. Фашар): А — цветное освещение газонов, цветников, деревьев в соответствии со световым планом; Б — световой генплан парка; В — схема распределения световых потоков на разрезе парка

А

Б

Рис. 5.27. Декоративное освещение пейзажа: А — на каждой аллее «Цветного сада» в парке Жерлан цветным светом, излучаемым торшерами с дихроичными светофильтрами, создается своя атмосфера; Б — временные декоративно-световые инсталляции на тему «Места для поцелуев» в парке «Эрмитаж» в Москве в День города в сентябре 2005 года

поляны или слегка подсвеченные кроны деревьев на берегу прудов, отражавшиеся в их зеркале, воспринимались как солнечные пятна. Эта тенденция минимизации искусственного света в городских пространствах совпадает с одним из недавно появившихся вариантов современного экологического движения «за темные небеса» (*см. п. 2.5*). Однако, учитывая современную социальную и экологическую обстановку, а также климатические особенности, для минимизации освещения нужны соответствующие условия, во-первых, чтобы идущее от темноты атавистическое, а во многих ситуациях и реальное чувство опасности не подавляло желания наслаждаться красотой ночного пейзажа или просто свободно выходить на улицу, в парк, во двор; во-вторых, преимущественно облачная погода на большей части территории России, а также существующее в городах аэрозольное загрязнение воздуха объективно препятствуют работе астрономов и созерцанию звезд горожанами бóльшую часть года; в-третьих, снеговой покров в течение нескольких месяцев (в зависимости от географической широты) отражает бóльшую часть функционально необходимого на городских улицах света в небо и т.д. Поэтому тенденция сокращения освещения в городе весьма утопична, непривлекательна и реально существует лишь по социальным причинам (война, экономический кризис, в том числе в виде кризиса энергетического, которым были охвачены развитые страны Запада в начале 1970-х годов, а многие города России и стран СНГ — и в

наше время). Это, однако, не значит, что не должны предприниматься меры против неразумного светораспределения уличных осветительных приборов, когда более половины светового потока направляется вверх (например, венчающими светильниками-шарами). В нормальной обстановке экономической стабильности и роста производства комфорт и стандарты жизненной среды неизбежно улучшаются, что в области освещения (это доказывает вся его история) означает повышение его количественных и качественных характеристик. По свидетельству Э. Лампи, в Финляндии еще в 1970-е годы хорошее освещение не только городских садов и парков, но и пригородного ландшафта, рассматривалось как практический способ «вытащить» горожан на лоно природы, поскольку ежедневное время отдыха основной массы активного населения приходится на вечер. Эта задача не утратила своей актуальности и буквально повторяется в некоторых современных работах по освещению («Цветной сад» в парке Жерлан в Лионе и др. — *рис. 5.26, 5.27*) [68].

Островки зелени в городе, называемые зонами отдыха или рекреационными, составляющие его «природный каркас», а также существенную по своей роли и площади часть его городской «ткани», играют более активную роль, нежели загородные пейзажи, поскольку они доступны даже группам малоподвижных жителей — пенсионерам, инвалидам, детям. КПД этих территорий значительно возрастет, если гулять на них вечером станет не только безопасно, но и приятно. Эту функцию может с успехом выполнить декоративное освещение зеленых насаждений, элементов благоустройства, малых форм в сочетании с архитектурным освещением фасадов окружающих зеленые островки или «встроенных» в зеленые массивы зданий и сооружений.

Аналогично архитектурно-световым ансамблям города при разработке крупномасштабных ландшафтно-световых комплексов должны решаться светопланировочные задачи светоцветового зонирования, поскольку на территории таких комплексов, в целом функционально более однородных, чем, например, селитебная зона города, имеется, тем не менее, своя внутренняя мезо- и микроструктура функций и пространств, которая может быть визуализирована освещением. В реализованном автором проекте функционально-декоративного освещения Екатерининского парка (сада ЦДРА) в Москве предусмотрено его деление на две зоны — историческую (памятник садово-

Рис. 5.28. Ландшафтное освещение в саду ЦДРА (Екатерининский парк) (светодизайн — Н.И. Щепетков). 1998 год

паркового искусства с прудом) и современную. В исторической части парка созданы относительно меньшие уровни освещенности, использован свет компактных люминесцентных ламп тепло-белого оттенка и ретро-стиль парковых фонарей на основе их довоенных прототипов, сохранившихся в парадном саду ЦДРА, но меньших по высоте, чем во второй зоне с холодно-белым освещением парковых аллей и цветников современными по стилю фонарями и газонными светильниками и цветной (зелено-синей) подсветкой крон наиболее крупных деревьев (*рис. 5.28*). Особенностью этого проекта паркового освещения была также его многопрограммность — реализованная возможность изменять его облик включением будничного, праздничного, ночного или сезонного (летнего, зимнего) режима работы осветительных установок. К сожалению, из-за неудовлетворительной эксплуатации систем освещения многие из этих возможностей не используются.

Светопространственные и образно-художественные задачи становились главными в потенциально богатой комплексной ландшафтной теме «Свет над Москва-рекой», которая была сформулирована в 1993 году как специальный раздел в концептуальной работе «Генеральная схема светоцветового оформления центральной части города». Предусматривалось создание крупномасштабного светового и живописного ансамбля по берегам рек Москва и Яуза с художественным освещением застройки набережных, зеленых массивов на них, пешеходных и транспортных зон, мостов и гранитной облицовки берегов с объединяющей их зеркальной лентой воды.

Проект на аналогичную тему «Свет над Темзой» был реализован в Лондоне в 1970-е годы и в те же годы «Ленпроектом» осуществлялись концептуальные разработки по освещению набережных Невы. Выполненное тогда в центре Ленинграда освещение Петропавловской крепости, Стрелки с Биржей и застройки Васильевского острова производило сильное впечатление (*см. рис. 2.12, 2.13*). В 2000 году в Санкт-Петербурге в программе подготовки к его 300-летнему юбилею принята целевая программа «Светлый город», реализация которой началась с освещения мостов через Неву и каналы в центральной части города (*рис. 5.29*). В Москве эта тема реализовывалась в течение ряда лет начиная с 1994 года фрагментарным освещением мостов и ряда зданий на набережных как «штуч-

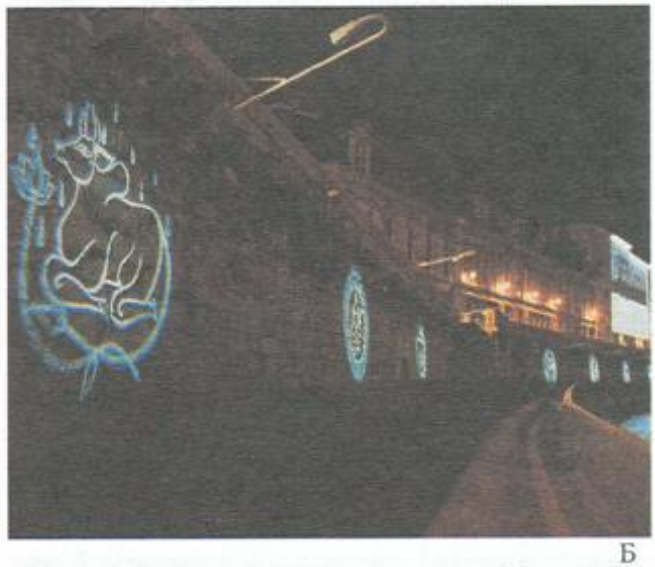
А

Б

В

Рис. 5.29. Предъюбилейная программа «Светлый город» в Петербурге к его 300-летию в 2003 году: А — Казанский собор; Б — Дворцовая площадь; В — Александринский театр

А



Б

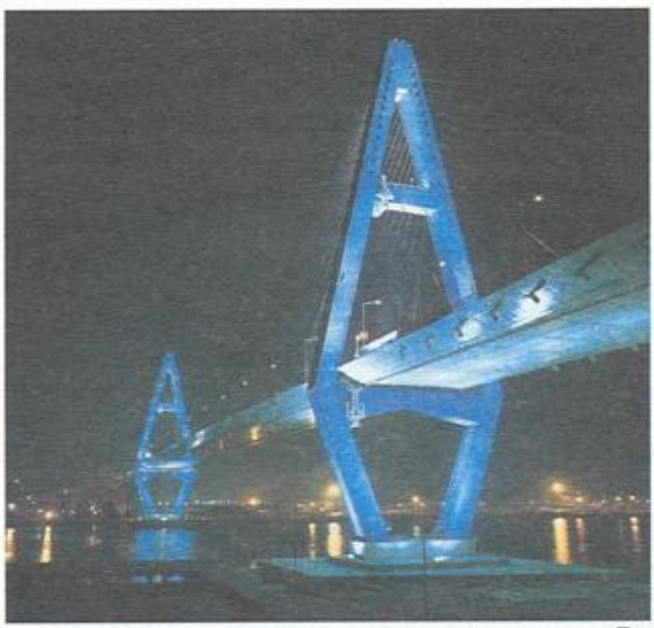
Рис. 5.30. А — освещение набережных реки Таммеркоски в Тампере, Финляндия (светодизайн — архитектор А. Маркелин, инженер Ю.Т. Ниеми), 1989 год; Б — «Музей света» на набережных реки Изер в Гренобле (светодизайн — В. Логанье), 2000 год

ных» объектов, без их светоансамблевой проработки. Исключение составляет освещение застройки трех центральных набережных в 2001—2002 годах — Раушской, Софийской и Космодамианской, для которых, как упоминалось, выполнен единый проект, обеспечивший наиболее монолитно застроенной Раушской набережной достаточно целостное ансамблевое решение (*см. рис. 5.3*). Впервые освещена спускающаяся в воду гранитная стенка набережной: светографический орнамент создан цветными (желтыми и синими) светодиодами.

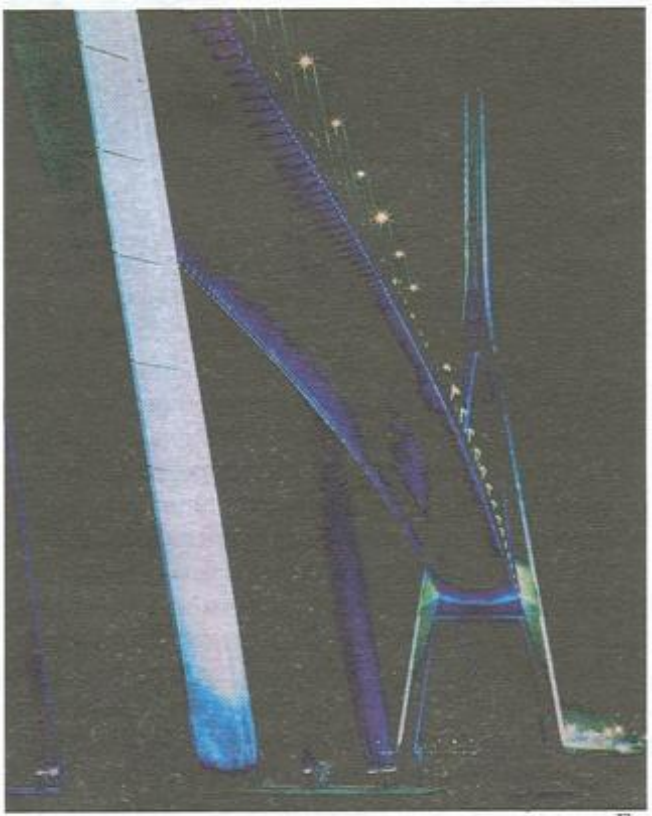
Различные по исполнению фрагменты освещения набережных и водных светопанорам существуют во многих городах мира. Русло Тибра в Риме и Сены в Париже местами высвечивается элементарным приемом размещения бра на каменной облицовке высоких подпорных стен набережных. В Лионе в соответствии с его световым генпланом скальные берега Соны вместе с «вросшими» в них гидротехническими сооружениями «пунктирно», а в светопанорамах старого города весьма эффектно, залиты разноспектральным светом прожекторов. В небольшом Тампере в 1989 году оригинально высвечены 400-метровым световым карнизом из светильников с люминесцентными лампами оба берега речки Таммеркоски по случаю векового юбилея электрического освещения города (*рис. 5.30*). В центре Гренобля на гранитной стенке набережной реки Изер световыми проекциями с различными изобразительными и орнаментальными мотивами устроен «музей света» длиной более 600 м.

Мосты в этой пейзажной теме с их разнообразными отражениями в воде — самые важные элементы. В мире уже существует достаточно много запоминающихся «мостов света» через реки, озера, проливы, водоемы. Особенно эффектны в цветном свете прожекторов протяженные вантовые мосты в Иокогаме и на острове Хонсю, в Нью-Йорке и Нормандии (*рис. 5.31*). Центры ночных Парижа и Лондона, Будапешта и Питтсбурга своей славой как объектов туризма и красочных впе-

А



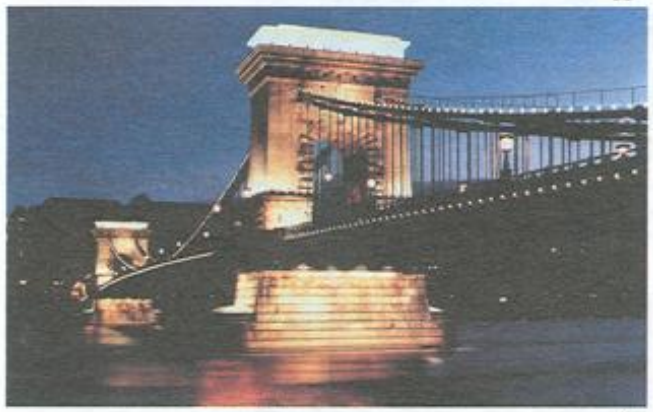
В



Б

Рис. 5.31. Цветное освещение крупных мостов: А — *Rainbow Bridge* в Токио в честь Миллениума (светодизайн — М. Ишии), 2000 год; Б — мост в Нормандии (Я. Керсале), 1994 год; В — *Meiko East Bridge* в Нагойе, Япония (светодизайн — М. Ишии), 1998 год

А



Б

Рис. 5.32. Архитектурное освещение старых мостов в центре Парижа (А) и Цепного моста в Будапеште (Б), 1990-е годы

А

Б

Рис. 5.33. Цветодинамическое освещение Крымского моста (А) (светодизайн — В.В. Воронов, Я. Керсале), 1996 год, и освещение автомобильной эстакады на Проспекте мира (Б) в Москве («Светосервис»), 2000 год

чатлений немало обязаны освещенным мостам (*рис. 5.32*).

Первые отечественные реализации художественного освещения архитектуры мостов (в отличие от ранее общепринятого утилитарного освещения их дорожного полотна или иллюминационного праздничного оформления гирляндами лампочек), их пролетных и опорных строений, конструктивных и пластических деталей с учетом восприятия с набережных и с воды были выполнены в центре Москвы в 1994 году на Большом Каменном, Москворецком, Устьинском и Краснохолмском, а также Бородинском, Новоарбатском (Калининском) и Смоленском (метро) мостах. Несмотря на использование имевшихся в те годы металлогалогенных (белый свет) и натриевых (желтый свет) ламп, эти реализации из-за недостаточных технических возможностей монтажа и обслуживания осветительных установок имеют ряд светокомпозиционных недостатков. Более поздние проекты освещения Крымского и пешеходного Андреевского мостов с использованием цветного динамического света могут соперничать с лучшими мировыми образцами в этом жанре (*рис. 5.33–5.35*).

Еще более органично и эффектно взаимодействие света и воды в архитектуре и аквапластике фонтанов, водопадов, водоемов. Грандиозно-живописное впечатление производит цветная подсветка Ниагарского водопада, впервые осуществленная еще в 1906 году. Все другие водопады и фонтаны, в том числе свето-цвето-динамические, как знаменитый гигантский «поющий фонтан» в обрамлении целого каскада других фонтанов на центральной эспланаде ансамбля Всемирной выставки 1929 года в Барселоне, очевидно, являются разнообразными вариациями этого неповторимого природного и рукотворного зрелищного феномена (*рис. 5.36*).

Обусловленная неразделимость задач функционального и художественного освещения как в архитектурном, так и в ландшафтном ансамбле естественно приводит к тому, что задачи освеще-

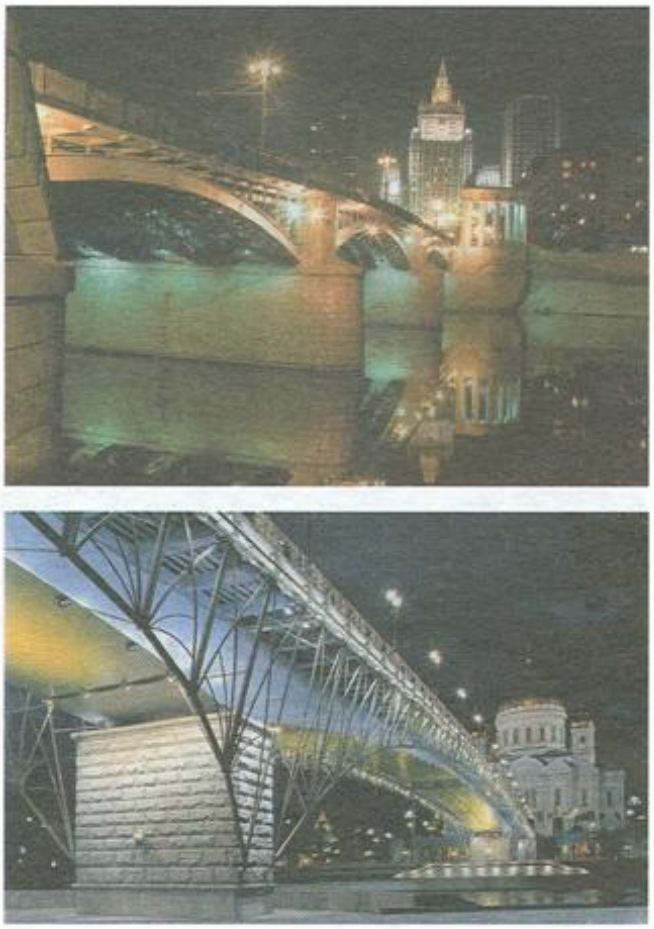


Рис. 5.34. Освещение Бородинского моста (светодизайн — Н.И. Щепетков), 1994 год, и нового пешеходного моста у Храма Христа Спасителя, 2004 год («Светосервис»)

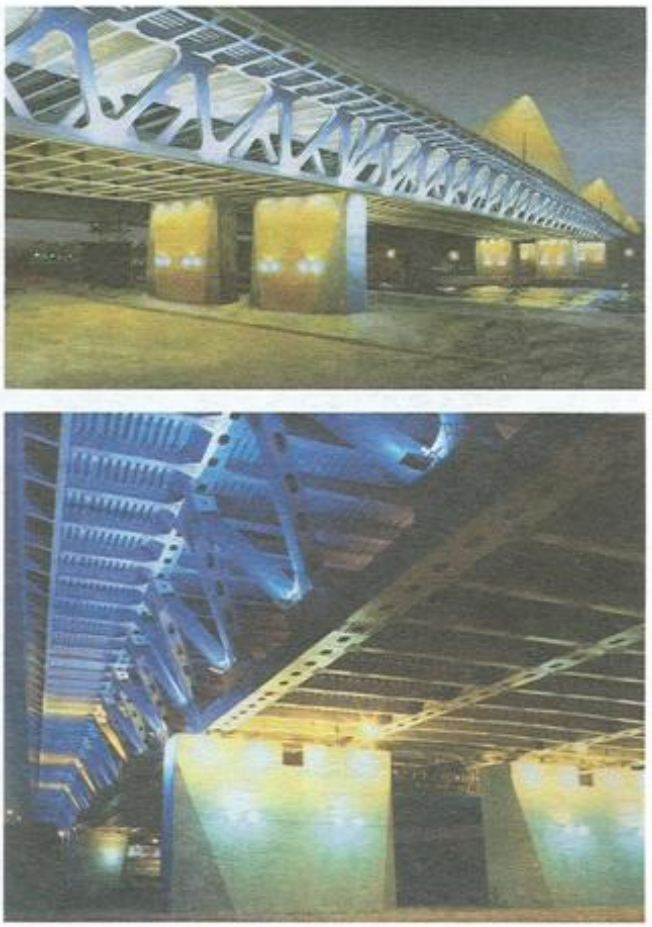


Рис. 5.35. Цветное освещение моста «Сити» на 3-м транспортном кольце — проект 1999 год (светодизайн — Н.И. Щепетков, А.Л. Иванова — ручная графика) и реализация (появление желтых пятен среди синего света — ошибка электромонтажников)

ния ландшафта хотя бы в минимальном объеме, фрагментарно должны решаться в проектах освещения архитектурных ансамблей и объектов, имеющих определенную территорию. В московской практике это, в первую очередь, монастыри и храмы, где предусматривалось освещение территории для крестного хода, а также в бытовых и охранных целях в контексте трехмерного освещаемого окружения. От первых элементарных решений (установка торшеров) на ряде последующих объектов осуществлялся переход к усложнению смысловой композиции и приемов освещения ландшафтных элементов. Староверческая церковь Николы в Студенце с белыми фасадами, окруженная разросшимися деревьями, практически не просматривается с Таганской и соседних улиц. В проекте ее освещения внимание сосредоточено не столько на храме (хотя это памятник архитектуры XVII века), сколько на месте, где он стоит. Свет должен исходить от места, символизируя его святость. Поэтому для усиления эффекта цветным (синим и зеленым) светом высвечиваются кроны деревьев, а нейтрально-белым — сам храм. Аналогичные приемы использованы при освещении Сретенского монастыря, на территории которого сохранились группы высоких деревьев, а также в усадебных ансамблях с садами или озелененными курдонерами. Взрослые деревья на территориях музеев А.С. Пушкина, Л.Н. Толстого и Дома ученых на Пречистенке, особняка А.А. Морозова (Дом дружбы) на Воздвиженке, ГМИИ им. А.С. Пушкина на Волхонке, парадного двора Странноприимного дома графа Н.П. Шереметева (института скорой помощи им. Н.В. Склифосовского) на Большой Сухаревской площади «персонально» подсвечены

А

Б

В

Рис. 5.36. Ниагарский водопад (А) и светомузыкальный фонтан перед Рокфеллер-центром (Б) в Нью-Йорке, воспроизводящий легенду о Прометее, подарившем людям огонь (светодизайн — А. Федер). 1980-е годы

А

Б

Рис. 5.37. Сретенский монастырь с цветной подсветкой крон деревьев зеленым и синим светом (А), 2001 год, и сад Музея А.С. Пушкина на Пречистенке с подсветкой деревьев белым светом (Б), 1999 год (светодизайн обоих — Н.И. Щепетков)

холодно-белым светом, что создает живописные композиции и привлекает к ним не меньшее внимание, чем к освещенным зданиям (*рис. 5.37*).

Первым в нашей практике примером декоративного цветного освещения зеленых насаждений был реализованный проект осветительной установки пешеходной аллеи в Нескучном саду, благоустроенной в процессе возведения пешеходного Андреевского моста с протяженным парковым пандусом. По обе стороны аллеи были установлены торшеры с ртутными лампами для освещения пешеходного пространства и с прожекторами с зелеными металлогалогенными лампами для подсветки крон деревьев. Теперь тополя и лиственницы круглый год имеют вечером сочный зеленый цвет, который зимой на безлиственных, иногда заснеженных ветвях и стволах производит интересный эффект (*рис. 5.38*).

Эти проекты и реализации носят пока фрагментарный и эпизодический характер, поскольку художественное освещение городского ландшафта как самостоятельная задача в теории и массовой практике создания и благоустройства садов, парков, бульваров, скверов, жилых дворов все еще не существует, хотя важная роль свето—цвета и приемы доминирования необходимых видовых качеств городского пейзажа в дневное время традиционно рассматриваются в публикациях специалистов [2, 6, 37]. Для темного времени суток предусматриваемое количество и качество искусственного света определяется в России нормами с примитивной классификацией освещаемых пешеходных пространств аллей, дорожек и площадок в зеленых зонах на основе утилитарных требований (*см. п. 2.4*).

В то же время функциональная и композиционная специфика ландшафтных ансамблей —

парков культуры и отдыха, специализированных садов и парков, садов в общественных центрах и при общественных зданиях разного иерархического уровня и функционального назначения, садов и парков в жилой застройке, скверов, бульваров, набережных и т.п. — может быть не только выявлена искусственным освещением, но и образно интерпретирована в широком, специфически пейзажном диапазоне. В отличие от урбанизированной среды, где фоновая застройка искаженно, но все же прочитывается по стихийному рисунку светящихся окон, в садово-парковых ансамблях, особенно в летний период при лиственных кронах деревьев, обычно царит полная темнота, за исключением редких фонарей на аллеях. В этих ситуациях возможна реализация любых приемов композиции, где главную роль может играть освещение земли с газонами и цветниками или освещение кустарниковой и высокой растительности. Световая композиция может в какой-то мере ассоциативно воспроизвести основные черты дневной пейзажно-пространственной композиции. Главными ее чертами являются соотношения объемных растительных элементов на фоне светлого неба и плоскостных элементов, образуемых поверхностью земли и водоемов, что формирует днем открытые или закрытые пейзажи. Безлунной ночью при черном небе любой пейзаж закрыт, и степень его создаваемой освещением раскрытости зависит от соотношения и глубинного расположения дискретных ареалов света в окружающей темноте.

В искусстве традиционной (дневной) ландшафтной архитектуры для художественной ценности пейзажа необходимо доминирование одного пространственного качества — закрытости или открытости в каждом видовом кадре, которое обеспечивается построением нескольких пространственных планов. При этом применяются многие приемы сценической композиции: создаются «рамы», «кулисы», «доминанты», «фон» при тщательном выборе видовых точек. Рекомендуется соблюдать «правило экономии внимания наблюдателя», исключая из поля зрения все лишние элементы, которые могут нарушить или отвлечь внимание от главного. Для получения полного и свежего восприятия картины, кроме правила не дробить впечатления отвлекающими моментами, необходимо учитывать «закон новизны, ...которая... обостряет восприятие и возбуждает эмоции» [6]. В темноте эти приемы и правила решаются более просто и органично, чем днем, благодаря се-

А

Б

Рис. 5.38. Аллея в Нескучном саду (светодизайн — Н.И. Щепетков), 1998 год: А — эспланада с пешеходного Андреевского моста в Нескучный сад, скрытые светильники в перилах; Б — аллея с торшерами общего освещения (лампы ДРЛ) и с прожекторами декоративной подсветки крон деревьев (зеленые МГЛ)

лективности освещения, которое должно разрабатываться по сценарному методу построения пейзажа и его перспективных раскрытий, если оно рассчитано на восприятие в движении и во времени. При этом могут использоваться, с определенной коррекцией на адаптацию и специфику светоцветовой композиции, все известные закономерности построения архитектурно-светового ансамбля с той или иной иллюзорной трансформацией (при необходимости) его объемно-пространственных и цвето-пластических параметров. Проблема лишь в том, что известных архитектурной науке закономерностей пока значительно меньше, чем неизвестных.

Примером комплексной проектной реализации концептуальных идей является работа «Формирование светового ансамбля Бульварного кольца», выполненная в 2001 году. На основе изучения су-

ществующей ситуации в его освещении были зафиксированы следующие особенности:

• элементарный уровень благоустройства и освещения, не отвечающий статусу памятника садово-паркового искусства и современным стандартам зрительного комфорта и эстетики светоцветовой среды. Повсеместное использование натриевых ламп желтого света с плохой цветопередачей и низким уровнем освещенности на пешеходных аллеях девяти бульваров (десятый вовсе не имеет освещения центральной аллеи) противоречит требованиям визуальной экологии и эстетики;

• скудость вариаций функционального использования пешеходных зон бульваров и связанных с ними архитектурных и светоцветовых форм, которая в последнее время сокращается за счет умножения летних сооружений в виде кафе и торговых палаток;

• отсутствие светокомпозиционной системы распределения света, доминирование периферийного уличного утилитарно-транспортного (желтого) освещения, определяющее условия цветовой адаптации глаз пешеходов, водителей и пассажиров автотранспорта;

• неразвитость светоансамблевых решений, случайность выбора освещаемых фасадов зданий на линейных участках бульваров и площадях, композиционно не связанных в единую систему, отсутствие характерной (для дня) многоплановости и художественной образности, необходимой для уникального историко-ландшафтного объекта;

• хаос световых реклам как визуально агрессивных, инородных тел на площадях Бульварного кольца и недостаток, неупорядоченность функционально-световой информации для пешеходов и водителей на всем протяжении бульваров;

• «антидизайн» многих уличных осветительных установок в дневное и вечернее время, т.е. плохие дизайн и состояние уличных светильников и их опор, наличие беспорядочно-многочисленных воздушных линий в виде кабелей и торсад разного сечения и контактных подвесных проводов для троллейбусов и трамваев.

Проектно-концептуальные предложения, ориентирующиеся на комплексное благоустройство с радикальной реконструкцией систем освещения бульваров, предусматривают (*рис. 5.39, 5.40, 4.15*):

• качественно новое светоурбанистическое решение, выделяющее полукольцо бульваров в светопланировочной структуре центра Москвы как уникальный историко-ландшафтный элемент «природного каркаса» города, его радиально-кольцевой планировочной системы и развитого общественного центра столицы. Разными приемами, уровнями и цветностью освещения подчеркивается приоритетность главной функции бульваров — пешеходно-рекреационной — с доминированием белых оттенков света и главного визуально-художественного качества — живописности зеленых насаждений, составляющих их содержательную сердцевину, с использованием широкой палитры цветов декоративного освещения;

• четкую масштабно-ритмическую светомодулировку пространств бульваров на линейные озелененные участки и открытые площади между ними как промежуточные транспортно-пешеходные узлы с повышенными уровнями освещенности солнечно-белым светом, связанные радиальными магистралями с площадями центра столицы и Садового кольца в единую светопространственную систему «каркаса» исторического города. Характер освещения линейных участков бульваров и дискретных площадей формируется по принципу контраста по цветности, уровням, приемам и масштабу освещения между ландшафтной и урбанизированной средой;

• светоцветовое зонирование территории и пространства линейных участков бульваров, подчеркивающее их трехчастную структуру с зонами параллельного пешеходного и транспортного движения, с обеспечением общего приоритета в качестве освещения пешеходных участков. На центральных аллеях бульваров создаются световые условия, обеспечивающие, во-первых, хорошую видимость проектируемого живописного декоративно-зеленого окружения, во-вторых, лиц пешеходов, в-третьих, освещаемой фоновой застройки по обеим сторонам бульвара, если она представляет интерес, а бульвар неширок и транспарантен даже в летнее время (Петровский, Рождественский, Сретенский, Яузский). На тротуарах перед фронтом застройки требования к качеству световой среды не менее высокие, чем к освещению проезжей части;

• доминирующую светокомпозиционную роль ландшафтной сердцевины бульваров, которая «насыщается» разнообразными приемами декоративного освещения зелени, малых форм, парковых скульптур, элементов рельефа и благоустройства, и соподчиненную роль их транспортно-пешеходной периферии, освещение которой носит более рациональный, фоновый характер;

• образно-символическую интерпретацию светового ансамбля Бульварного кольца в целом как периметральной оборонной границы средне-

векового Белого города. Открытые периферийные линейные участки бульваров — проезжие зоны и тротуары — освещаются белым светом (современные уличные светильники с желтым светом натриевых ламп должны быть полностью заменены на приборы с источниками белого света — металлогалогенными или индукционными лампами), в архитектурном освещении фасадов периметральной застройки также должен господствовать белый свет. В результате образ древних крепостных белых стен и башен, на месте которых разбиты бульвары, символически воспроизводится белым светопространством — «световым тунелем», опоясывающим Белый город;

• превращение бульваров из монофункциональной зоны пассивных прогулок в полифункциональную зону интеллектуального вечернего отдыха с разнообразными сезонными экспозициями на открытом воздухе, с декоративно-художественным освещением с целью усиления функциональной и образной индивидуальности каждого бульвара;

• оригинальный дизайн элементов осветительных установок, в том числе на основе исторических прототипов парковых фонарей, а также современ-

Рис. 5.39. Концептуальный проект светового ансамбля Бульварного кольца — Тверской бульвар (светодизайн — Н.И. Щепетков, компьютерная графика — А.Г. Хаджин, О.В. Кортева). 2001 год

ных высокоэффективных светотехнических изделий, новых скульптурных светоформ.

Для решения этих проектных задач используются следующие приемы в центральной озелененной зоне линейных участков бульваров:

• цветная декоративная подсветка деревьев, кустов, цветников, газонов, элементов рельефа подземными, наземными, газонными и встроенными в малые формы и парковые торшеры приборами с разрядными лампами или светодиодами. Светокомпозиционные параметры — цвет, интенсивность и распределение света на растительных формах и на «планшете» земли — определяются по ситуации с учетом освещения фоновой периферической зоны бульваров;

• функциональное освещение пешеходных аллей и площадок тепло-белым светом торшеров, встроенных и газонных светильников с разрядными лампами. В каждом локальном случае выбираются определенные величины и соотношения (полу)цилиндрической и горизонтальной освещенностей в зависимости от необходимости подчеркнуть главенство освещаемого пейзажного окружения или создать комфортные условия для узнавания лиц пешеходов;

• выделение входов на бульвары группами индивидуализированных по дизайну светильников и светоформ. Многие входы имеют «монументализированное» обрамление, создаваемое скульптурными памятниками, гранитными тумбами, вазами, литыми ретро-канделябрами и т.п., рассчитанное на восприятие извне (с площадей и периферии бульваров) и изнутри (из зеленой зоны). Эта тенденция может быть последовательно продолжена и усилена принципиально новыми формами — световыми, которые образно обогатят тему входов—выходов и общую светоцветовую композицию бульваров и подчеркнут функ-

Рис. 5.40. Концептуальный проект светового ансамбля Бульварного кольца — Чистопрудный бульвар (Н.И. Щепетков и др.). 2001 год

циональные и визуальные их связи с окружающей средой;

• художественно-декоративное освещение произведений монументального искусства, парковых скульптур, малых архитектурных форм, водоемов, объектов сезонных экспозиций, создание оригинальных светоформ не только в зонах входов, но и в других ключевых точках бульваров. Вместе с декоративным освещением ландшафтных элементов, при определенных художественно сгармонизированных соотношениях, эти объекты создадут ту «критическую массу», которая необходима для превращения бульваров в уникальную рекреационную зону для интеллектуального отдыха.

Этому должно способствовать и освещение периферической транспортно-пешеходной зоны бульваров, где предусматривается:

• реконструкция функционального освещения проезжей части: возможный перенос осветительных опор с консольными светильниками с тротуаров к ограде бульваров, т.е. на границу зеленой зоны и проезжей части, новый дизайн этих светильников и опор, замена ламп с желтым светом на источники с белым светом;

• установка по краю тротуаров разделительных тумб или парапетов с местной одно- и двухсторонней подсветкой дорожного полотна, световые парапеты в подпорных стенках вдоль проезжей части на ряде бульваров (Гоголевский, Яузский);

• создание системы сомасштабного пешеходам тепло-белого освещения с помощью групп ретроторшеров на тротуарах, бра на фасадах зданий, светящих витрин и элементов световой информации;

• архитектурное освещение фасадов периметральной застройки по обеим сторонам бульваров приемами комбинированной подсветки с преобладанием белого света. Поскольку на внутренней и внешней частях периметра преобладает опорная историческая застройка со значительным количеством памятников архитектуры, ее освещение превратится в создание почти непрерывного светлого фона для зеленых кулис с точки зрения пешеходов, воспринимающих среду с центральных аллей бульваров, со световыми акцентами в виде достопримечательных историко-архитектурных объектов.

Крупным ландшафтно-световым ансамблем иного типа, а именно — современным жилым ансамблем, может стать территория нового экспериментального жилого района Куркино, расположенного в живописной местности природного комплекса долины реки Сходня на северо-западе Москвы за МКАД. Концептуальный проект формирования светоцветовой среды предусматривает решение светопланировочных и образно-художественных задач на основе согласованного взаимодействия трех основных групп установок освещения — функционального, архитектурного и светоинформационного (*рис. 5.41, 5.42*).

Светопланировочная задача предусматривает светоцветовое зонирование территории с учетом того, что зоны транспортного движения уже освещены типовым способом — стандартными уличными светильниками желтого света на опорах высотой 12 м (на городских и районных магистралях) и 9 м (на улицах и проездах).

На пешеходных территориях — в парках, садах, бульварах, скверах, расположенных на межмикрорайонных участках и в жилых дворах, для решения светопланировочной задачи мезо- и микрозонирования используются пять параметров, а именно: на разных участках создаются разные уровни освещенности, варьируются цветовые оттенки функционального освещения, дизайн осветительных приборов, масштаб систем освещения, режимы их работы.

Уровни освещенности пешеходных аллей, дорожек, площадок отдыха для детей и взрослых, спортплощадок ориентируются на действующие нормы. Цветность общего освещения, по контрасту с транспортными зонами — белая, с холодным (лампы ДРЛ) и теплым (лампы ДРЛ «комфорт») оттенками, соответственно, на межмикрорайонных участках и в жилых дворах. Функциональное освещение в пешеходных зонах осуществляется одно-, двух- и более плафонными торшерами человеческого масштаба и индивидуализированного для данной ситуации дизайна высотой 4 и 4,5 м со светильниками разной формы и преимущественно ограниченного светораспределения (свет в нижнюю полусферу). Кроме того, широко используются газонные светильники высотой 0,9 м, а в садах и парках, где есть взрослые деревья, осуществляется декоративная подсветка их крон прожекторами с МГЛ белого и цветного света, расположенных на опорах торшеров или заглубленных в землю. Таким образом, масштаб освещения в жилом районе формируется разнонаправленными световыми потоками приборов, установленных с разным шагом и концентрацией на разных «горизонтах», на высоте от 0 до 12 м (уличные светильники на транспортных дорогах). Приборы функционального освещения работают всю ночь, декоративное освещение отключается после полуночи, спортивное освещение включается по необходимости.

Рис. 5.41. Единая концепция формирования светоцветовой среды в экспериментальном жилом районе «Куркино» в Москве — световой генплан (схема зонирования территории) (светодизайн — Н.И. Щепетков и мастерская архитектурного освещения). 2004 год

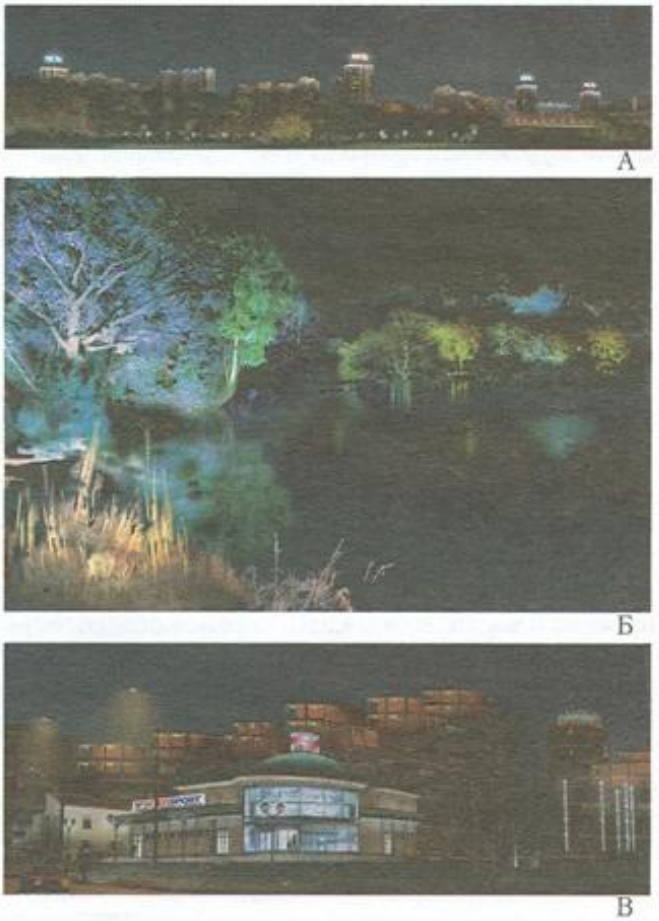


Рис. 5.42. Фрагменты концептуального проекта архитектурного освещения ЭЖР «Куркино» (Н.И. Щепетков, компьютерная графика — А.Г. Хаджин, О.В. Кортева, А.Г. Батова, Н.А. Автомонова, А.В. Титова): А — светопанорама жилой застройки, вид с запада; Б — декоративное освещение территории природного комплекса с прудом в деревне Куркино; В — световой ансамбль районного общественного центра и жилых зданий в 14-м микрорайоне

На пешеходных участках в зоне объектов общественного обслуживания предполагается использование современных торшеров отраженного белого света МГЛ с хорошей цветопередачей.

Для осуществления комплексного решения концепцией предусматривается и разработка систем архитектурного и светоинформационного освещения. Застройка жилого района осуществляется разноэтажными зданиями высотой от 1 до 23 этажей. Доминантные высотные жилые здания, сгруппированные, в основном, в восточной части района вдоль Новокуркинского шоссе, должны усилить свою композиционную роль в ночных светопанорамах освещением, в том числе цветным, силуэтных элементов, в число которых могут быть включены крупные объемные рекламно- и светоинформационные установки на кровлях домов. Общественные здания и гаражи на городских и районных улицах благодаря архитектурному освещению и световой информации становятся «горизонтальными доминантами» световой среды.

С юга и запада территория жилой застройки граничит с лесом на живописно-овражистом рельефе долины реки Сходня и ее притоков. Приемы функционально-декоративного освещения местами переходят на опушки леса, на прогулочные трассы и площадки отдыха, на спортивные зоны (гольфполя, горнолыжные трассы и др.), на берега реки с отражениями в воде. Это не только по-новому решает задачи собственно природной среды для ее непосредственного и полноценного использования в вечернее, ныне практически ис-

Рис. 5.43. Концептуальный проект «Национальный парк «Вотчина Деда Мороза» в Великом Устюге» (светодизайн — Н.И. Щепетков, А.Г. Хаджин). 1999 год

Условные обозначения: *1* — стационарное освещение автомагистрали (ОП с НЛВД); *2* — декоративное заливающее освещение опушек леса, групп деревьев, крутых склонов (ОП с РЛ); *3* — световая графика прожекторных лучей над Дворцом-Академией Деда Мороза; *4* — маяк кругового действия со сканирующими цветными лучами лазеров; *5* — столпы холодно-белого света над композиционно-планировочными доминантными точками (ОП с МГЛ или ксеноновыми лампами); *6* — светящиеся полихромные малые формы, в т.ч. ледовые и снеговые на полянах (ОП с РЛ или ЛН); *7* — светокомпозиционные связи между доминантами и планировочными фокусами, осуществляемые различными ОП на разной высоте; *8* — планировочный центр с ледовыми скульптурами, выделенный разно-спектральным освещением (ОП с РЛ); *9* — фокусные точки планировочной композиции, акцентируемые декоративным освещением окружающего их ландшафта (ОП с РЛ); *10* — декоративно-тематические светоформы и световые скульптуры — композиционные акцентны зоны игр и развлечений; *11* — праздничное освещение площади главного входа; *12* — светящие тентовые и иные структуры, посвященные четырем сезонам и двенадцати месяцам года

ключенное «из оборота» время прогулок и отдыха, но и повышает коммерческую ценность района в целом: из окон жилых зданий вечером открываются живописные виды на удивительный пейзаж в цветном свете, совершенно не похожий на дневной, но даже нередко превосходящий его по эмоциональной выразительности.

Светопланировочные задачи на территории жилой застройки решаются сейчас в рабочем проектировании, остальные же проблемы остаются пока только концептуальными.

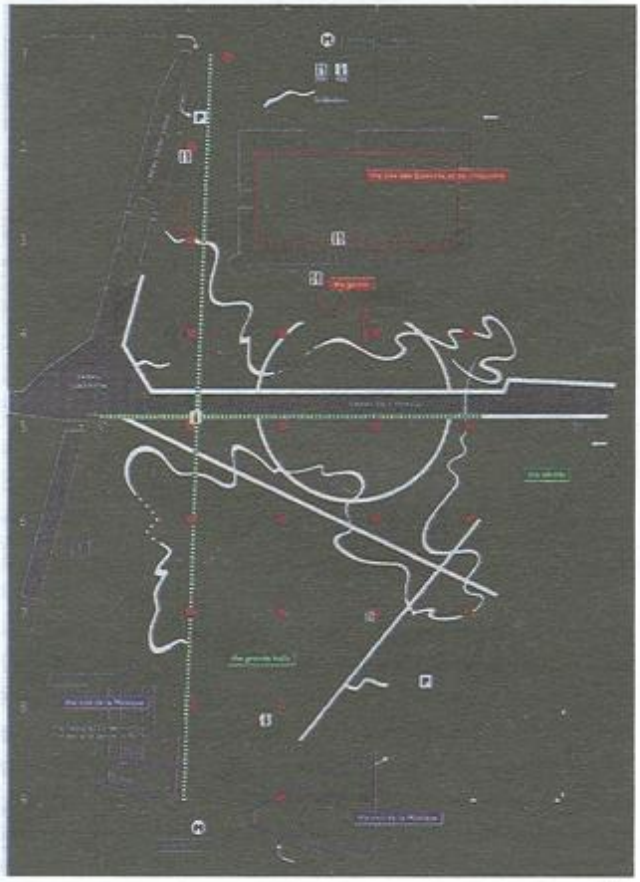
В 1999 году была разработана концепция светового ансамбля создаваемого национального парка «Вотчина Деда Мороза» в Великом Устюге на севере Вологодской области с использованием приемов современной светопроекционной и лазерной техники (*рис. 5.43*), реализация которой могла бы стать одним из привлекательных стимулов для массового туризма в этот замечательный древнерусский город.

Вспоминая, что первые в истории реализации художественного освещения эффектно осуществлялись еще пламенными источниками не только в городской застройке, но и в ландшафтных ситуациях (*см. п. 2.1*), а во многих случаях на объектах садово-паркового искусства, и что эти реализации эволюционировали в общем русле светового урбанизма, составляя в его общем объеме минимальную часть, можно отметить достопримечательное электрическое освещение парков в послевоенный период XX века в Киото и Копенгагене, парка королевы Виктории в Онтарио и виллы д'Эсте в Тиволи. В конце прошлого века, с начала 80-х годов, примеры качественно нового, концептуального паркового освещения на основе современных технологий начинают множиться: Сент-

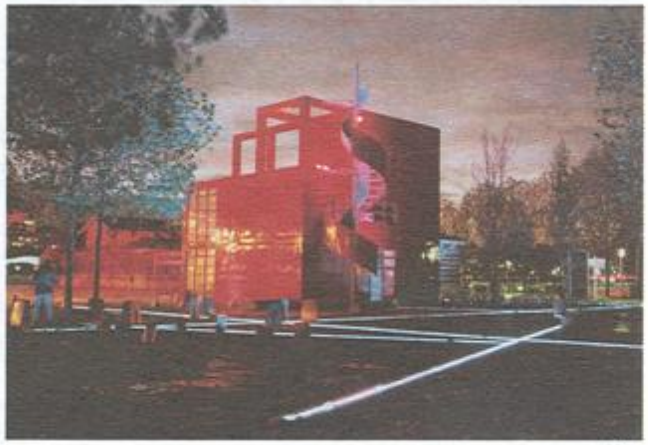
А

Б

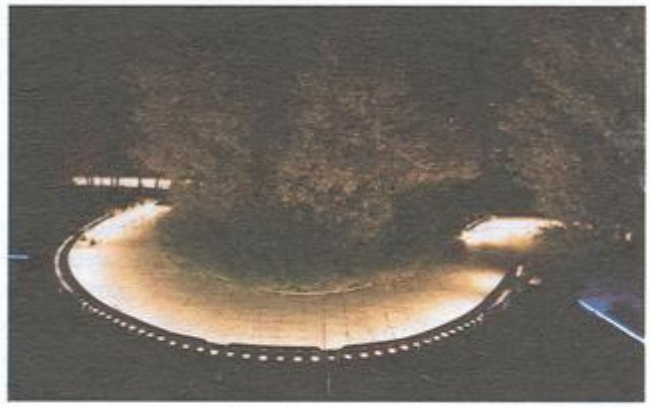
Рис. 5.44. А — Боуден-сквер в Саутхемптоне, Нью-Йорк (светодизайн — Р. Сингер); Б — декоративное освещение парка



А



Б



В

Рис. 5.45. Парк Ла Виллетт в Париже (светодизайн — Ж. Берн), 1987—1994 годы: А — световой план парка; Б — парковый павильон; В — парковая скамья со скрытой подсветкой

Джеймский парк в Лондоне с цветной подсветкой деревьев и фонтанов с помощью фиброоптики, «Цветной сад» в парке Жерлан в Лионе и Боуден-сквер в Саутхемптоне в Нью-Йорке с заливающим разноцветным прожекторным светом на кронах деревьев, на цветниках и газонах (*рис. 5.44*), городской парк в Бенну (Япония) с модульной световой сетью специальных светильников по всей его территории и четырьмя мощными прожекторными лучами из угловых точек парка, образующими визуальную световую пирамиду над ним на фоне ночного неба, функционирующую

А

Б

Рис. 5.46. А — бульвар Ришар-Ленуар в Париже с фонтанчиками, подсвеченными фиброоптикой (светодизайн — Р. Нарбони), 1994 год; Б — «Сад Света» на острове Хоккайдо (К. Тахара), 1989 год

А

Б

Рис. 5.47. Новое освещение площадей *Finsbury Avenue* (А) и *Regents Place* (Б) в Лондоне, 2003 год: А — световая клетка в мощении площади выполнена на основе светодиодов (светодизайн — Т. Россениус); Б — сетчатый рисунок «планшета» создается стекловолоконными кабелями. Обе системы встроены в швы и плиты мощения, изменяют свой цвет в зависимости от интенсивности пешеходного движения и управляются *DMX* (архитектор Ш. Робсон)

как космические часы (*рис. 5.23*), парки Андре-Ситроен, Ла Виллетт (*рис. 5.45*) и бульвар Ришар-Ленуар в Париже с применением принципиально новых светотехнических средств и приемов освещения, «Сад Света» пивоваренного завода в Энива на острове Хоккайдо с композицией из стеклянных призм, рассчитанной на эффекты света на снегу в зависимости от атмосферных условий (*рис. 5.46*). В ряде пейзажных ансамблей практически отсутствует функциональное освещение, и они предстают перед посетителями в сценически-сказочном виде, обеспечивая неизведанные ощущения. В частности, используется эффектный своей необычностью прием доминирования в общей световой композиции ее «планшета», т.е. освещаемой различными способами поверхности земли, которая может превратиться в клетчатую плоскость с меняющимся цветом линий этой клетки (площади Режентс Плас и Финсбари Авеню в Лондоне — *рис. 5.47*), в опрокинутое «звездное небо» (Гранд-Мелл-парк в Иокагаме, Ренессанс-сквер в Фениксе, штат Флорида, площадь Р. Шумана в Гренобле) или в искусственно созданную пластически сложную геоструктуру с декоративной подсветкой (двор Реженс-офиса в Диборне, штат Мичиган — *рис. 5.48*). На основе достоп-

Рис. 5.48. *Grand Mall Park* в Иокагаме (А) (светодизайн — М. Ишии), 1989 год и *Regent Court* офисного здания в Диборне (Б), штат Мичиган (С. Граф)

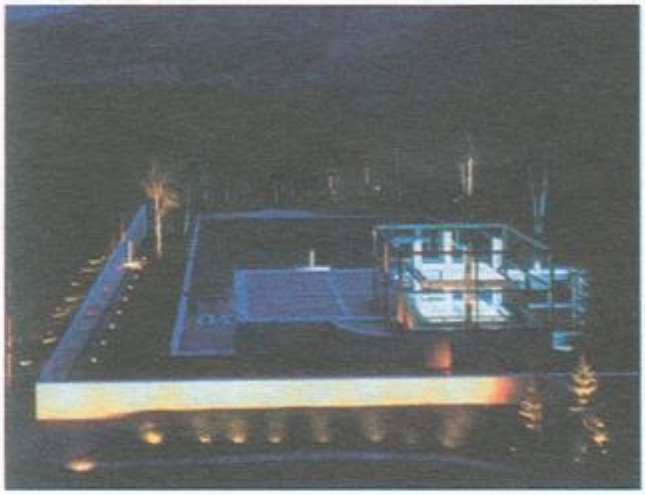


Рис. 5.49. «Храм на воде» в Симукаапу Ресорт на Хоккайдо (архитектор Т. Андо), 1988 год. Освещение окружающего пейзажа объединяет храм с окружением в единый световой ансамбль

Рис. 5.50. Площадь в торговом районе Отемачи перед зданием *Nomura Building* в Токио (архитектор Т. Ко), 1997 год. Система подсветки фонтанов и мощения стекловолоконными световодами

римечательных ландшафтных ансамблей во многих странах Европы, США, Австралии регулярно проводятся конкурсы на лучшее освещение, фестивали и праздники света, светящиеся представления и световые карнавалы, наконец, спектакли «Звук и Свет» — в Версальском парке, в замках Луары, в садах Шалимара и индийском Сринагаре , в лесу Домреми на пути Жанны д'Арк и в Нормандии на месте высадки англо-американского десанта, в пейзажном комплексе синтоистского храма на острове Миядзима около Хиросимы, привлекающие массы туристов, а значит — рентабельные с коммерческой точки зрения и с позиций повышения общественного престижа.

Глава 6.
СВЕТОВОЙ ДИЗАЙН ГОРОДСКИХ ОБЪЕКТОВ

Профессиональная проектная деятельность в области наружного освещения города включает решение не только светоурбанистических и светообъемных, но и художественно-конструкторских задач, которыми занимаются архитекторы и дизайнеры, инженеры-светотехники и инженеры-электрики, конструкторы и экономисты.

Первое направление — светоурбанистические и светообъемные работы — все чаще называют **световым дизайном**, т.е. созданием с помощью электрического освещения зрительно-образных качеств окружающего мира, второе — художественно-конструкторские работы — является **традиционным дизайном**, связанным с конструированием элементов предметной среды — осветительных приборов, установочных и защитных (экранирующих, антивандальных) изделий для них, встроенных систем освещения. В недрах первого направления создается **стиль освещения**, во втором — **стиль конкретных изделий** — фонарей, кронштейнов, опор, декоративных деталей. Граница между ними весьма условна, поскольку в большинстве проектов используются оба направления и вида дизайна. Кроме того, развитие каждого направления предполагает, во-первых, использование результатов творческой работы и научных исследований более широкого круга специалистов — художников и скульпторов, искусствоведов и социологов, гигиенистов и психологов, программистов и экологов. Во-вторых, для успешного решения всех или любой из задач освещения нужны квалифицированные специалисты с достаточной художественной и светотехнической подготовкой, поэтому стоит проблема профессионального обучения кадров, создания новой профессии светодизайнера.

Решение проблем взаимодействия света и трех категорий архитектурной формы (объем, пластика, цвет) относится к жанру светообъемного проектирования. Этот жанр преобладает в современной практике проектирования установок наружного архитектурного освещения, ему же отводится основная роль и в научно-аналитических работах, поскольку связь между освещением объектов материальной среды и их визуальным, конкретно-чувственным образом очевидна, в отличие от главенствующего в световом урбанизме крупномасштабного образа, понятия или ощущения архитектурно-градостроительного пространства и светопространства. Все объемные объекты наружного архитектурного освещения условно подразделяются на две группы — во-первых, здания и сооружения, во-вторых, «мебель» города с зелеными насаждениями и элементами благоустройства. Напомним, что речь идет об освещении фасадных, т.е. условно вертикальных поверхностей объектов, искусственных и природных, формирующих архитектурно-пространственную среду города.

Говоря об освещении отдельного, «штучного» объекта, всегда необходимо осуществить его привязку к окружению, к контексту, визуально соединить его с другими элементами с перспективой формирования на его основе будущего светового ансамбля или его «включения» в этот ансамбль. Связующими элементами при этом могут служить конкретные светотехнические изделия определенной стилевой окраски, а все три направления светодизайнерской работы синтезируются в единый жанр светомоделирования.

6.1. Светомоделирование как метод светового дизайна

Главным элементом проекта архитектурного освещения объекта, в котором отражается результирующий творческий акт архитектора-светодизайнера и на основе которого выполняются светотехнический и электротехнический разделы, является **цветное изображение освещенного объекта (его светоцветовой образ), которое должно с максимально возможной достоверностью, сравнимой с документальностью качественной фотографии с натуры, передать заду-**

манный эффект освещения. Здесь неприемлема условная архитектурная графика, общепринятая в различных вариациях в традиционном архитектурном и дизайнерском проектировании, поскольку **проектное изображение является светлотно-яркостной и цветовой композицией — основой светотехнического и, в перспективе, колориметрического расчетов**.

Процесс создания светоцветового образа, в том числе, в виде живописно-графического изображения — это **процесс светомоделирования,** осуществляемый несколькими способами, в котором главным элементом является вариабельно изображаемый или управляемый свет.

Моделирование — одна из основных категорий теории познания: на идее моделирования базируется любой метод научного исследования — как **теоретический**, при котором используются различного рода знаковые, абстрактные модели, так и **экспериментальный**, использующий предметные модели.

В проектировании световой среды как естественной, так и искусственной, применяются оба метода. Каждый из них имеет свои преимущества и недостатки и выбирается исходя из поставленных задач и имеющихся возможностей. Выбор наиболее эффективного метода имеет важное значение.

Теоретический метод применяется в проектировании освещения городов, ансамблей, интерьеров в виде концептуальных моделей для решения функциональных и художественно-образных задач с использованием определенного набора критериев оценки. Концептуальные модели, излагаемые обычно в виде схем, графиков, диаграмм, эпюр, гистограмм и т.п., а также в пояснительной записке к проекту освещения в процессе его детальной разработки конкретизируются экспериментальным (графическим, компьютерным, проекционным, макетным) и расчетным (светотехническим) методами.

Светотехнический расчетный метод, как разновидность теоретического, основан на использовании математических моделей и формул, полученных эмпирическим или аналитическим путем, и применяется для определения выбранных (в том числе, нормируемых) параметров освещения.

В проектной практике в докомпьютерную эпоху были широко распространены табличные способы светотехнического расчета, которые для стандартных ситуаций (например, освещение дорожного полотна улиц и площадей) давали приемлемые результаты, но для большинства других случаев в городской среде недостаточно точны. Этот недостаток светотехнического моделирования успешно преодолевается с помощью компьютеров, что делает расчетный метод все более перспективным в связи с совершенствованием методик расчета и возможностей ЭВМ, их широким внедрением в проектную практику. Светотехнические расчеты обычно являются необходимым этапом экспериментального метода проектирования световой среды на утверждаемых и рабочих стадиях. Они визуализируются на компьютере в виде изолюкс, цифровых распечаток освещенности или шкалы условных цветов, показывающих величины и распределение освещенности на расчетной поверхности фасада или участка территории.

Расчетный метод светомоделирования, даже компьютерный, имеет существенный недостаток — он не позволяет наглядно представить результат моделирования, т.е. получившееся распределение яркостей (или светлот), которым определяется зрительное впечатление и осуществляется оценка качества освещения объекта. Однако современная техника позволяет преодолеть и этот недостаток: на экране монитора может быть воспроизведен результат светотехнического расчета в виде ортогонально-проекционного или перспективного, даже анимационного изображения освещаемого объекта, и в этом случае можно говорить о непосредственном переходе от теоретического к экспериментальному методу моделирования.

В проектировании архитектурного освещения **экспериментальный метод** вообще и компьютерный в особенности нашел более широкое применение благодаря очевидным преимуществам перед теоретическим — в первую очередь наглядности процесса моделирования и его результата, которым является изображение (плоскостное или условно-объемное), подобное по зрительному ощущению проектируемому (освещаемому) объекту. Экспериментальный метод позволяет произвести поиск и визуальное сопоставление вариантов светового решения, исследовать, например, правомерность постановки задачи образной ассоциативности этих вариантов с природными аналогами солнечного и пасмурного освещения или с представлениями о праздничности и будничности освещения, раскрытости и замкнутости, статичности и динамичности световой композиции.

Экспериментальный метод моделирования освещения основан на использовании **плоскостных и объемных моделей**, а также на их комбинациях. Все плоскостные, в том числе компьютерные, модели двухмерны, поэтому моделирование третьего, очень важного в реальной действительности измерения — глубины архитектурного пространства — носит иллюзорный, а потому не вполне достоверный характер. Даже в объемных моделях (макетах), особенно моделях многоплановых ансамблей, на восприятие глубины пространства, как и других параметров, влияют масштабные искажения, определяемые относительными и абсолютными размерами модели, и положением («индексом позиции») наблюдателя в пространстве по отношению к освещаемому объекту.

Плоскостное моделирование архитектурного освещения может осуществляться **графическим, компьютерным или светопроекционным** способами.

Графический способ моделирования освещения до недавних пор был наиболее привычен для архитектора и дизайнера. Он применялся в различных вариантах — от условных черно-белых ортогональных изображений на темном фоне до перспектив, выполненных в цвете, даже светящимися красками. Последний вариант, позаимствованный, в принципе, у театрально-сценического и циркового искусства, предложен в 1960-е годы лабораторией архитектурного освещения (Н.В. Горбачев и др.) Всесоюзного светотехнического института (ВНИСИ): фасад или перспектива объекта (рисунок или фотография на темном фоне) раскрашиваются специальными красками, светящимися под ультрафиолетовым излучением. Цветность каждой краски зависит от состава входящего в нее люминофора, а яркость — от мощности ультрафиолетового облучения и свойств и концентрации люминофора в той или иной точке изображения (*см. рис. 4.6*).

Определенным неудобством, ограничивающим применение этого способа, является необходимость выполнять и рассматривать изображение под лампой, излучающей ультрафиолетовый свет, небезопасный для зрения. Преимущество изображения, исполненного светящимися красками, перед обычным (тушь, акварель, гуашь, темпера, масло, пастель и т.п.) в том, что диапазон яркостей первого значительно превышает диапазон яркостей второго, ограниченный отражательной способностью самого светлого (бумага, белила, $\rho = 0{,}8$) и самого темного (черная краска, $\rho = 0{,}05$) материала.

Поэтому на обычном графическом изображении освещение решается относительно условно, в первую очередь из-за сложности воспроизведения светящих элементов; здесь нередко для достижения необходимого эффекта применяются иллюзорные приемы, позаимствованные у живописцев. Однако и в этом ограниченном диапазоне яркостей в принципе возможно выразить замысел автора в виде светоцветовой композиции, воспроизводящей соотношения светлот и тональности хроматических излучений. Критерием определенного подобия в этом случае может служить постоянство светлотных и цветовых контрастов в натуре и на изображении. Однако их практически невозможно рассчитать из-за отсутствия достоверной методики в условиях адаптации в ночном городе.

Расширенный диапазон яркостей светящегося изображения вызывает иллюзию его большего правдоподобия и позволяет непосредственно на нем измерить яркомером величины и распределение яркостей, необходимые для расчета осветительной установки. Этот способ дает хорошие результаты в особенности при моделировании освещения фасадов зданий и панорам, т.е. при низких уровнях яркости объектов и значительных расстояниях наблюдения, когда стереоскопическое восприятие глубины пространства понижено, а форма воспринимается за счет геометрии изображения и распределения яркостей.

Примером **проекционного светомоделирования** является методика, разработанная в 1970-е годы в ЦНИИЭП инженерного оборудования в Москве на созданной там по принципу мозаичного полиэкрана установке (Г.В. Каменская и др.) (*рис. 46*). Изображение и стыковка его фрагментов в целостную картину осуществляется на экране, выполненном из специальной светопропускающей пленки. Контуры каждой фрагментарной проекции, излучаемой автономным диапроектором с соответствующего диапозитива, тщательно совмещаются с контурами соседних проекций. Напряжение на лампе каждого проектора и, соответственно, яркость изображения проецируемого фрагмента на экране могут изменяться в широких пределах с пульта управления наблюдателем или оператором, который ведет таким образом поиск желаемого результата. Применение цветных светофильтров обеспечивает многовариантность светоцветовых решений, яркостный диапазон которых существенно превосходит диапазоны, дос-

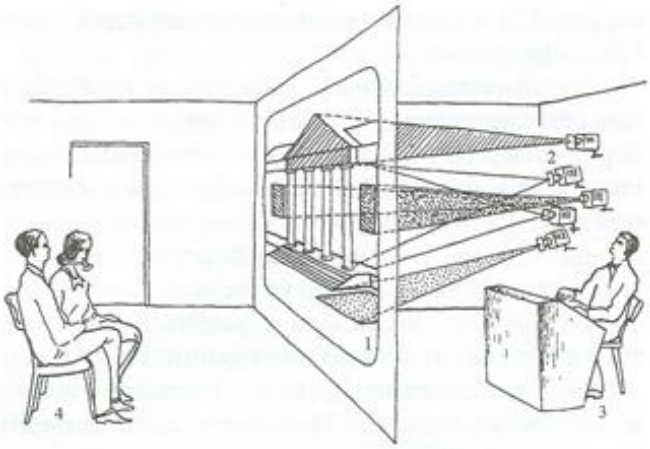


Рис. 46. Плоскостное светомоделирование способом полипроекции. Схема установки: 1 — экран из светопропускающей диффузно-рассеивающей пленки; 2 — диапроекторы с масками и светофильтрами, включенные в сеть через регуляторы напряжения; 3 — оператор за пультом управления (или наблюдатель); 4 — наблюдатели

тигаемые на бумаге графическими способами, и практически удовлетворяет требованиям эксперимента. Предпочтительные варианты могут быть детально профотометрированы и зафиксированы фото-, кино- или видеокамерой.

Установка позволяет осуществлять статистические исследования по выявлению закономерностей построения светоцветовой композиции, а также моделировать различные режимы освещения, в том числе динамического. Этот способ достаточно трудоемок и, как и графические способы, дает картину статического положения наблюдателя в пространстве и плоский фиксированный зрительный кадр.

К светопроекционному моделированию можно отнести и создание рисованных динамических проекционных изображений — мультфильмов, предложенных в Моспроекте-2 (Б.В. Оськин) как способ разработки светорекламных установок в процессе работы над соответствующим разделом Генплана Москвы 1971 года.

Однако в современной практике проектирования эти способы плоскостного светомоделирования уходят в прошлое, вытесняемые **компьютерными технологиями**. Существуют уже несколько программ, предназначенных для решения различных задач освещения (*Light Scape*, *Inspire*, *3DS MAX*, *AutoCAD* и др.). В их основе лежит принципиально иная последовательность действий, нежели при традиционно-эмпирическом живописно-графическом поиске светового образа на основе непосредственных зрительных оценок в процессе выполнения различных вариантов изображения. Здесь световой образ является результатом компьютерной визуализации некой гипотетической или расчетной осветительной установки. Такой метод «реалистического синтеза» цветного изображения, в том числе условно трехмерного, в компьютерной графике и вычисление яркости объектов и адаптации получил за рубежом название «глобального освещения». Для получения правдоподобного изображения используется математическая модель цветовых ощущений (по данным В.П. Будака). Вариантный поиск в подобной программе может дать требуемый, хотя еще небезупречный по достоверности результат. На этих принципах для целей наружного освещения Москвы разработана отечественная компьютерная программа «*Light-in-Night*» («Светосервис», А.А. Коробко и др.), которая также пока далека от совершенства.

Возможность обратной связи с компьютером, варьирования вводимой в него исходной информации и соответствующего изменения получаемых параметров изображения (величин и распределения яркостей, цветовых характеристик, а также анимации — «перемещения» наблюдателя в архитектурном пространстве трехмерных программ и связанные с этим изменения перспективы освещаемых объектов в зрительном кадре) непосредственно по визуальному впечатлению значительно упрощают выбор окончательного решения. Но пока трехмерные программы трудоемки в части построения сложной геометрии архитектурного объекта и расчета многократных отражений с учетом их разной цветности и применяются лишь в проектах «престижного освещения»

Сегодня для повседневной практики проектирования и представления проектной документации наиболее употребительными оказались цветные живописно-графические изображения на бумаге, выполняемые на компьютере и включаемые в сдаваемый заказчику проект как главный содержательный его элемент, основа его утверждаемой части. При этом реальное проектирование ведется комбинированным способом: творческая часть (световой образ) создается на дисплее компьютера в изобразительных программах, например, *Adobe Photoshop*, где «мышь», по существу, заменила кисть, а светотехнический расчет выполняется на основе созданного образа в программе «*Light-in-Night*» или любой другой, предлагаемой светотехническим рынком.

Французский светодизайнер А. Гийо называет нарисованный «мышью» эскизный световой компьютерный образ «инфографией».

Главная нерешенная научная проблема, имеющая важное значение для утверждаемой стадии проектов архитектурного освещения объектов, когда выполняется светотехнический расчет осветительных установок, — это обеспечение соответствия созданного проектно-графического (или смоделированного иным способом) образа реализуемому расчетному варианту. Иными словами, до недавнего времени не был разработан приемлемый для практики метод перевода графического изображения в систему расчетных светотехнических параметров: у архитектора и светотехника не было общего «языка» для совместной профессиональной работы. И в наступившую компьютерную эпоху эта проблема для условий ночной среды города все еще остается в значительной мере открытой.

Пока трудоемкие компьютерные программы яркостной и цветовой визуализации светографического образа несовершенны, важнейший этап достоверного перевода этого образа в расчетную методику выпадает, поэтому между проектным решением и реализованным образом во многих случаях нет достаточного соответствия.

Кроме вышеуказанных недостатков любого плоскостного светомоделирования и существующего методического и компьютерно-программного обеспечения остаются нерешенными и другие вопросы адекватности зрительного восприятия графического (ручного или компьютерного) изображения и реального освещенного объекта в городской среде и связанные с этим пути совершенствования компьютерного проектирования. В недалеком будущем, с появлением голографического телеизображения, возможно, будет в значительной степени преодолен вышеуказанный недостаток компьютерного светомоделирования, связанный с физическим и зрительно ощущаемым отсутствием глубинности пространства на экране, и этот способ сможет стать полноценным в архитектурном проектировании световой среды.

Объемное светомоделирование осуществляется на **трехмерных макетах**, изготовленных, как правило, специально для решения задач освещения, или на **объекте в натуре**.

Оно может преследовать несколько целей: визуальную реализацию концептуальной модели через поиск светового образа, фотометрическую и зрительную проверку и оценку проведенных светотехнических расчетов и эскизных графических разработок, апробирование светотехнических решений отдельных элементов осветительной установки.

В соответствии с этим все **светотехнические макеты** можно разбить на три группы.

Первая группа предполагает создание геометрически и светотехнически подобных проектируемому объекту макетов этого объекта и его осветительной установки в случае, если расчетный и графический способы не дали достаточно ясной картины. По существу этот метод является методом масштабного светомоделирования. Изготовление уменьшенных моделей осветительных приборов, например, представляет определенные трудности, поэтому подобный метод применяется, в основном, для моделирования естественного освещения помещений под искусственным небосводом, а также для моделирования условий инсоляции и солнцезащиты помещений и территорий на установках различного типа.

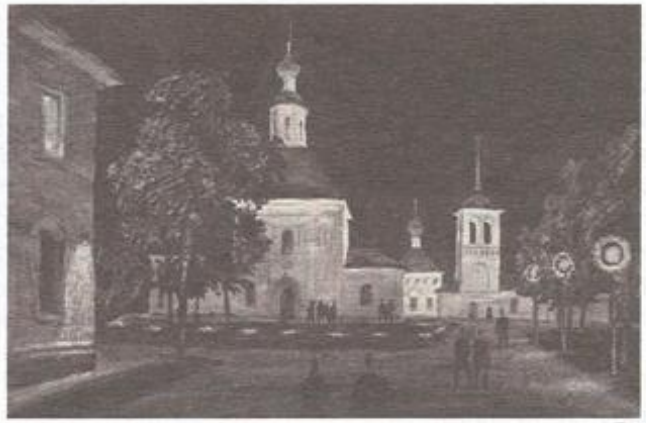
Ко второй группе можно отнести модели уменьшенного масштаба, создающие, изображение, подобное, по зрительному ощущению, проектируемому объекту. На этих моделях осуществляется, как правило, эмпирический творческий поиск предпочтительного варианта освещения. В практике известны случаи моделирования архитектурного освещения крупных градостроительных ансамблей для проверки и иллюстрации концептуальных разработок этой проблемы. Например, в состав генерального плана Москвы 1971 года была включена схема светового художественного оформления, в которой получили отражение общие задачи и основные композиционные средства, характер и объемы работ по архитектурному освещению главных объектов города, по решению световой информации и рекламы. Концептуальные положения, предусмотренные в схеме, иллюстрировались макетом центрального района столицы в масштабе 1:1000, выполненным с применением светящихся красок и оборудованным системой ультрафиолетового облучения.

Для решения более конкретных вопросов освещения, как светотехнических (распределение и соотношение световых потоков в пространстве, их изменения во времени, качество цветопередачи и др.), так и архитектурных (выявление силуэта, объема, пластики, цвета и т.п.) предпочтительно изготовление макетов более крупного масштаба.

На кафедре архитектурной физики Московского архитектурного института при разработке

А

Б



В

Г

Рис. 6.1. Проектные предложения по освещению архитектурно-исторических памятников г. Владимира (Н.М. Гусев, Н.И. Щепетков и др.), 1971–1972 годы: А, Б, Г — светомоделирование на макетах ансамбля Дмитриевского и Успенского соборов; В — графические эскизы освещения ансамбля Спасо-Златовратской и Спасо-Никольской церквей

в 1970–1974 годах экспериментальных предложений по архитектурному освещению древнего центра г. Владимира на макетах масштаба 1:50, 1:150, 1:250 моделировались программы праздничного, воскресного и будничного освещения ансамбля памятников архитектуры и сооружений XII–XX веков, а также программа «Звук и Свет» для Дмитриевского собора (руководитель проф. Н.М. Гусев, архитектор Н.И. Щепетков, студенты К.В. Худяков, А.С. Шапин, В.Н. Шалимов, А.В. - Коновальчик, И.Л. Иванов, В.С. Гаврилова и др.) (*см. рис. 3.3, 6.1*).

Макеты были оборудованы автономными для определенных групп и частей зданий системами освещения, имитировавшими уличные осветительные установки, установки прожекторного освещения фасадов, внутреннего (видимого через остекление) освещения зданий и местного подсвечивания архитектурных элементов (аркад, порти-ков и т.п.). Эти системы выполнялись из миниатюрных ламп, соединенных в цепи, а также с помощью диапроекторов, снабженных цветными светофильтрами, экранами и масками (*рис. 47*). Они включались в сеть через регуляторы напряжения, позволявшие изменять интенсивность светового потока и, соответственно, яркость элементов световой композиции. На этих макетах, как и на другой установке — моделирования световой композиции городской застройки двух типов («фронтальной» и «глубинной» — *см. рис. 39*) — проведены статистические исследования с привлечением широкого круга студентов, аспирантов, преподавателей по изучению закономерностей построения световой композиции ансамбля, в частности, иллюзорной трансформации глубины пространства, определению минимально и максимально целесообразных уровней освещения, созданию ощущения праздничности или будничности светового ансамбля. Непосредственно на освещенных макетах осуществлены фотометрические измерения, необходимые для расчета осветительных установок и для количественной характеристики выявленных закономерностей (*см. п. 3.3*).

Методы объемного и плоскостного моделирования освещения, а также их комбинации по принципу диорамы (предметный первый план и изображенные светопроекцией фоновые планы), усиливающему иллюзорный эффект реальной многоплановости, применялись в институте и в студенческом проектировании. Это — рисованные вруч-

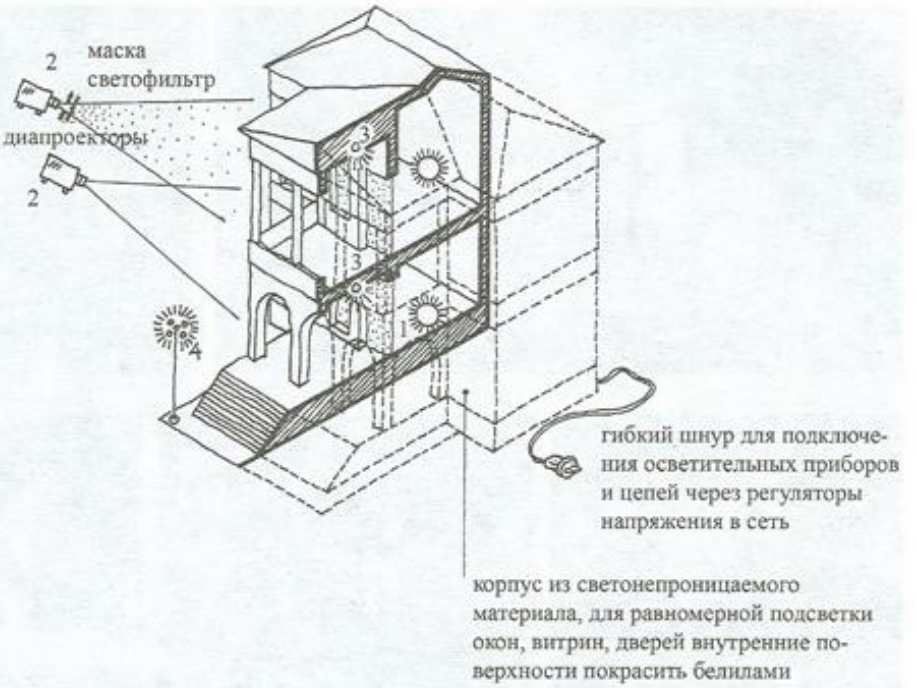


Рис. 47. Метод светомоделирования — комбинированное освещение макета. Интенсивность освещения каждой системы (*1—4*) регулируется с пульта управления: *1* — свет внутренней системы миниатюрных ламп, освещающих светопроемы из светорассеивающего материала (ватман, молочное стекло); *2* — заливающее освещение диапроекторами с использованием масок и светофильтров для создания необходимой формы и цвета светового пятна; *3* — местная подсветка архитектурных элементов встроенными сверхминиатюрными лампами; *4* — установки уличного освещения из сверхминиатюрных ламп

ную или компьютерные ночные панорамы, фасады и перспективы объектов, объемные макеты с регулируемыми системами освещения на темном фоне или на фоне диапроекций с изображением вечерних ансамблей (*рис. 6.2—6.5*), которые выполнялись студентами как курсовые учебные работы по архитектурной светологии или как раздел дипломных архитектурных проектов, в том числе на реальных ситуациях и объектах Москвы. При этом решались главным образом творческие задачи создания выразительного светоцветового образа объекта, а светотехнический раздел был представлен, как правило, в обобщенном виде.

Процесс светомоделирования и предпочтительные варианты могут быть зафиксированы компьютером или съемкой с разных точек наблюдения, что дает возможность широкому кругу лиц оценить качество освещения по его компьютерным или проекционным изображениям. Способ моделирования и оценки освещенного интерьера по цветным диапозитивам с макета, воспроизведенным на экране в масштабе, близком к натурному, использовался, например, еще в 70-е годы прошедшего века в качестве наглядного метода обучения и проектирования в архитектурных институтах в Нью-Йорке, Берлине, Париже и других городах.

Методы светомоделирования на макетах применяются некоторыми архитекторами, светодизайнерами и светохудожниками (Д. Понти, Н. Шеффер, Я. Керсале, Д. Леннон, Н. Фостер, Ж. Нувель, М. Пей), работающими в содружестве со светотехниками, специалистами ряда светотехнических фирм при проектировании и реконструкции установок освещения существующих объектов и проектируемых сооружений (*рис. 6.6—6.8*), при создании произведений кинетического или светового искусства, светомузыки, а также динамических свето-цвето-звуковых систем для театрализованных представлений «Звук и Свет».

Один из самых эффективных методов — метод объемного светомоделирования, помогая решить многие творческие задачи, требует немалых затрат труда и специального оборудования. Поэтому в настоящее время он практически вытеснен, вероятно, на определенный период, компьютерным светомоделированием на трехмерных (но физически — плоскосных) цветных и, при необходимости, анимационных изображениях с любых позиций наблюдения. К тому же, если руководствоваться при оценке результатов объемного светомоделирования требованиями строгой науки и светотехническими критериями, надо отметить, что зрительные впечатления от освещенного трехмерного макета и освещенного реального объекта не будут тождественны по трем причинам: из-за уменьшенной величины макета, несоответствия восприятия глубины макета и глубины реального объекта, отсутствия равенства или прямого подобия уровней яркости макета и натуры.

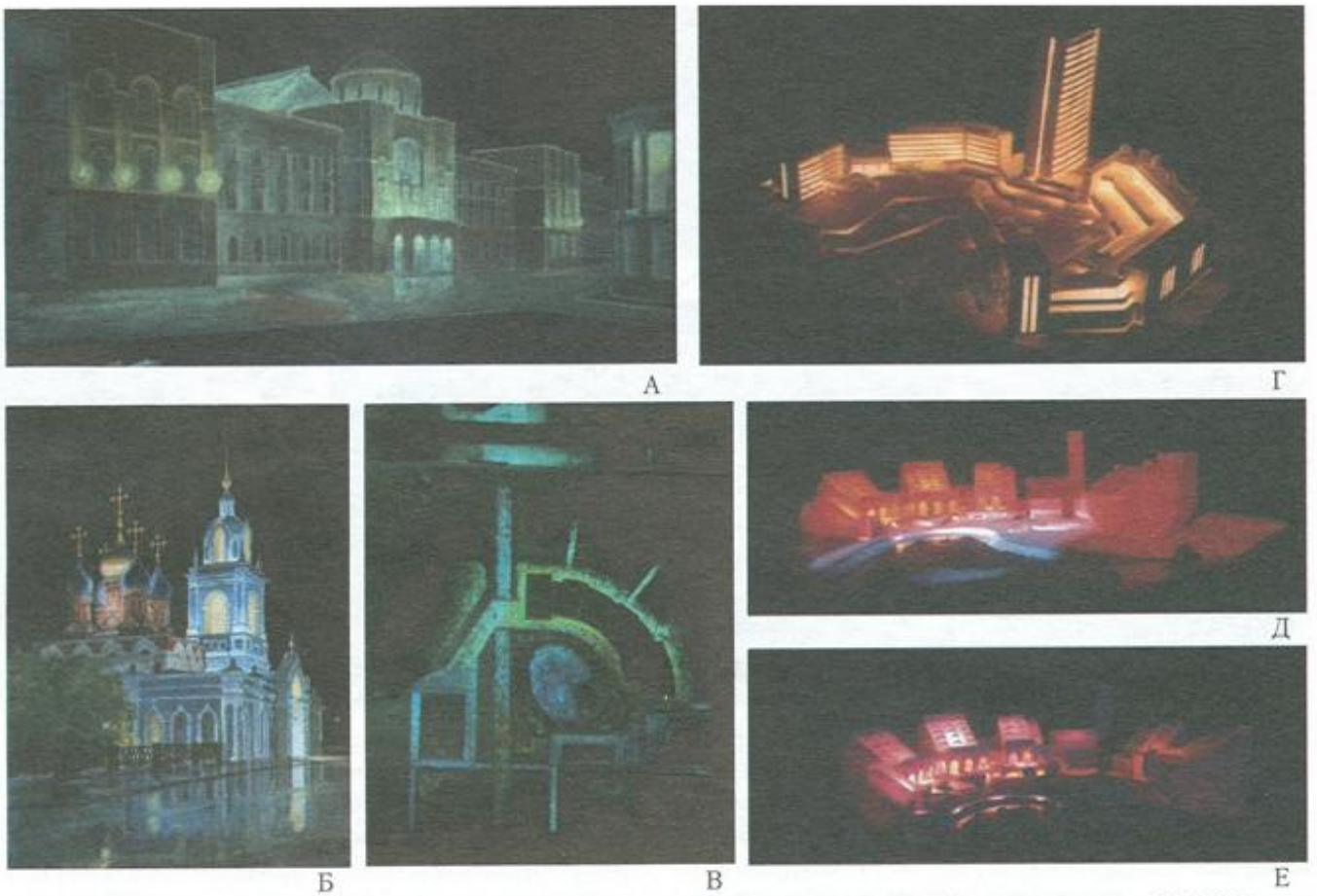


Рис. 6.2. Работы студентов IV курса МАрхИ по архитектурной светотехнике (руководитель — Н.И. Щепетков): А, Б проекты архитектурного освещения зданий Главпочтамта и церкви Максима Блаженного на Варварке — метод плоскостного графического светомоделирования; В — схема светоцветового зонирования территории общественного центра жилого района (по курсовому архитектурному проекту на факультете ГРАДО); Г—Е — объемное светомоделирование на макетах с регулируемой системой внешней и внутренней подсветки (общественные центры района) — варианты решений. 1970-е годы

При соответствующем выборе масштаба модели и точки наблюдения можно подобрать равные угловые размеры макета и реального объекта. Но весьма трудно, а часто невозможно, достичь в макете эффекта присутствия наблюдателя в моделируемом пространстве, эффекта, который является, с точки зрения психофизиологии восприятия, решающим в оценке реальной среды. Здесь архитектору, дизайнеру приходится опираться на свой опыт, интуицию, воображение. Без специальных оптических приспособлений, уподобляющих восприятие макета восприятию натуры по законам стереоскопического зрения, невозможно добиться тождества и в ощущении их глубины. В некоторых случаях жертвуют этим качеством, заменяя бинокулярное зрение монокулярным, но изучая особенности моделируемой светопространственной композиции в движении в правдоподобных ракурсах.

Например, чтобы оценить условия восприятия пространства интерьера, городского ансамбля, отдельного объема на модели относительно мелкого масштаба с высоты человеческого роста, как и с любой другой высоты, применяют специальные устройства — макетоскопы, выполненные по принципу перевернутого перископа. Через макетоскоп можно осуществлять как непосредственное наблюдение, так и любую съемку, а также транслировать изображение на экран монитора или телеэкран. С помощью такой установки М. Пей и французские архитекторы и светодизайнеры нашли решение знаменитой стеклянной пирамиды во дворе Лувра.

В лаборатории макетоскопии МАрхИ также проводятся учебные и научно-исследовательские работы по моделированию ситуационного восприятия. Однако, как и в предыдущих вариантах

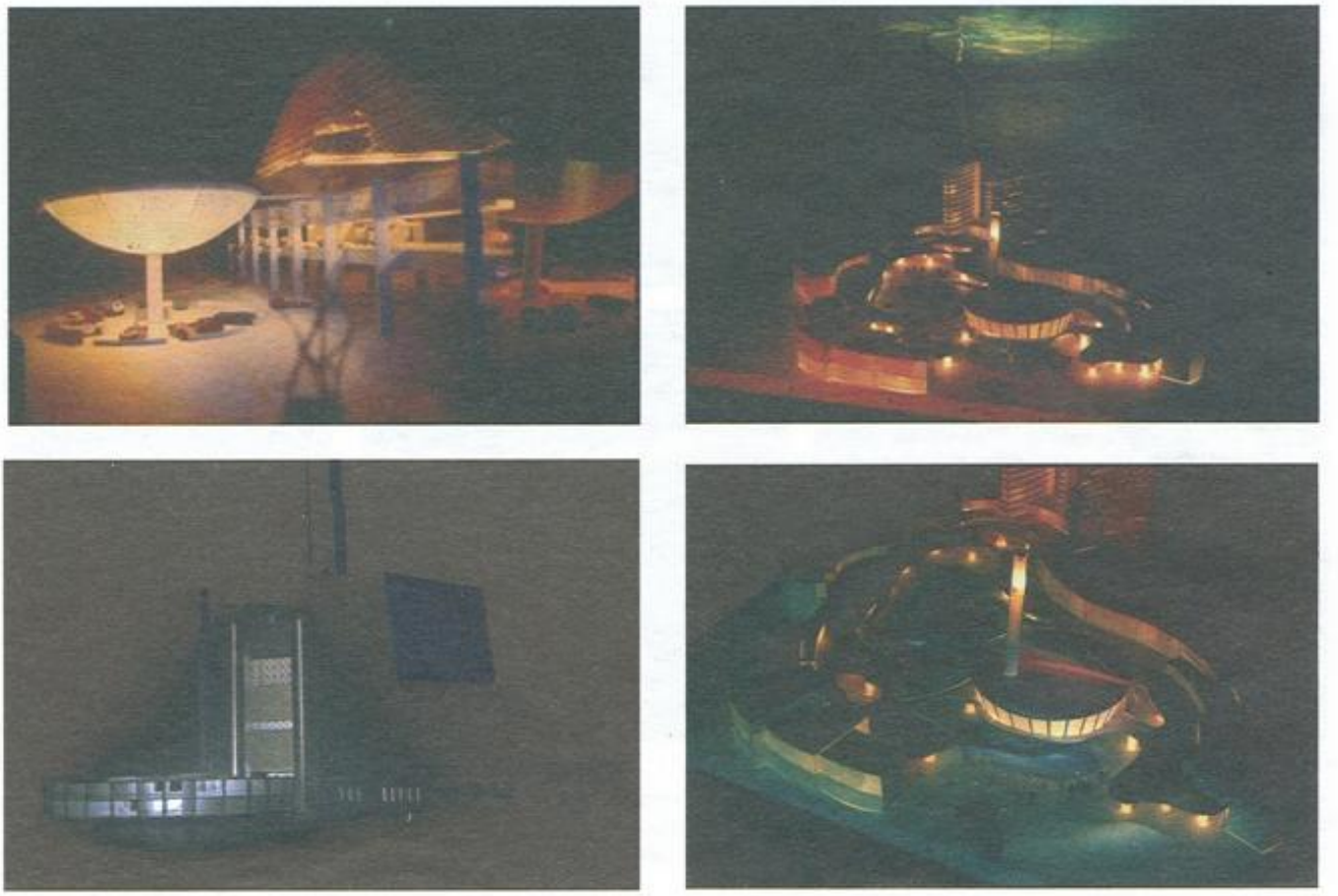


Рис. 6.3. Работы студентов IV курса МАрхИ (руководитель — Н.И. Щепетков): Метод объемного светомоделирования в комплексном проектировании — раздел «Архитектурное освещение» в курсовом архитектурном проекте общественного центра жилого района (студенты С. Киселев, В. Комаров, А. Шапин и др.). 1970-е годы

плоскостного светомоделирования, при переходе к телеизображению теряется непосредственность ощущения пространственности.

В некоторых случаях, например, при моделировании освещения интерьеров, рекомендуется создавать полуобъемные макеты, построенные по законам линейной перспективы и обеспечивающие стереоскопическое восприятие глубины пространства с одной фиксированной позиции наблюдения (А.Б. Матвеев, МЭИ).

Как указывалось выше, идентичность восприятия освещенного объекта и его модели зависит и от уровня яркости того и другого. Некоторые исследователи утверждают, что при проектировании освещения интерьера уровень яркости макета может отличаться от натуры примерно в 3 раза в бóльшую и меньшую стороны, при этом принцип подобия не будет нарушен, если соблюдено подобие светлотных контрастов (выражающихся, в частном случае, в равенстве отношений яркостей в интерьере и на его макете). Однако сложность количественного определения светлотных характеристик, особенно для разнообразных условий наружного освещения и зрительной адаптации, а также более осторожные оценки других ученых, свидетельствующие об отсутствии прямого подобия светлотных соотношений на реальном объекте в реальной среде и на его модели в лаборатории, не позволяют с уверенностью назвать значение коэффициента яркостного подобия модели и натуры.

Несмотря на свои достоинства, методы современного компьютерного светомоделирования и светомоделирования на макетах уменьшенного масштаба не могут дать ответы на все вопросы. В частности, не затрагиваются экологические проблемы, связанные со взаимным влиянием человека и окружающей среды. В этом может помочь третья группа светотехнических макетов, к которым относятся **модели объектов в натуральную**

Рис. 6.4. Работы студентов IV курса МАрхИ (руководитель — Н.И. Щепетков): вариантный поиск светового образа методом объемного светомоделирования на макетах с использованием принципа диорамы — имитация светопанорам фоновой застройки способом диапроекции. 1970-е годы

величину или сами реальные объекты, освещаемые с помощью реальных осветительных приборов. На них проверяется правильность принятого конструктивного и светотехнического решения, оценивается распределение световых потоков и яркостей, светомоделирующий и масштабный эффекты, результирующая цветность и предпочтительная кинетика освещения, определяется более точное значение КПД отдельных частей осветительной установки, удобство и приемлемость размещения осветительных приборов с точки зрения их обслуживания и размещения в архитектурном ансамбле.

Такой способ моделирования, по существу являющийся частным случаем метода масштабного светомоделирования, эффективен и целесообразен, например, для исследования и разработки светящихся элементов фасадов, освещения пластически сложных объемов и деталей, особенно с недиффузно отражающими поверхностями, для выбора приема освещения скульптур, малых архитектурных форм, ландшафтных объектов, для отработки программ цветодинамического освещения.

Как указывалось выше, светомоделирование в разных видах, условиях и в разные времена использовалось в научно-исследовательской, проектно-практической и учебно-методической работе. Последняя имеет актуальное значение в связи с ускоряющимся развитием архитектурного освещения в городах России и за рубежом.

Полнота процесса формирования городской среды в целом и искусственной световой среды в частности на стадии ее проектирования, обоснованность и эффективность реализуемых решений, результирующих творческий поиск архитектора и дизайнера и работающих по его заданиям специалистов, трёбуют от него компетентности в области искусственного освещения. Основы этой компетентности закладываются профессиональным образо-

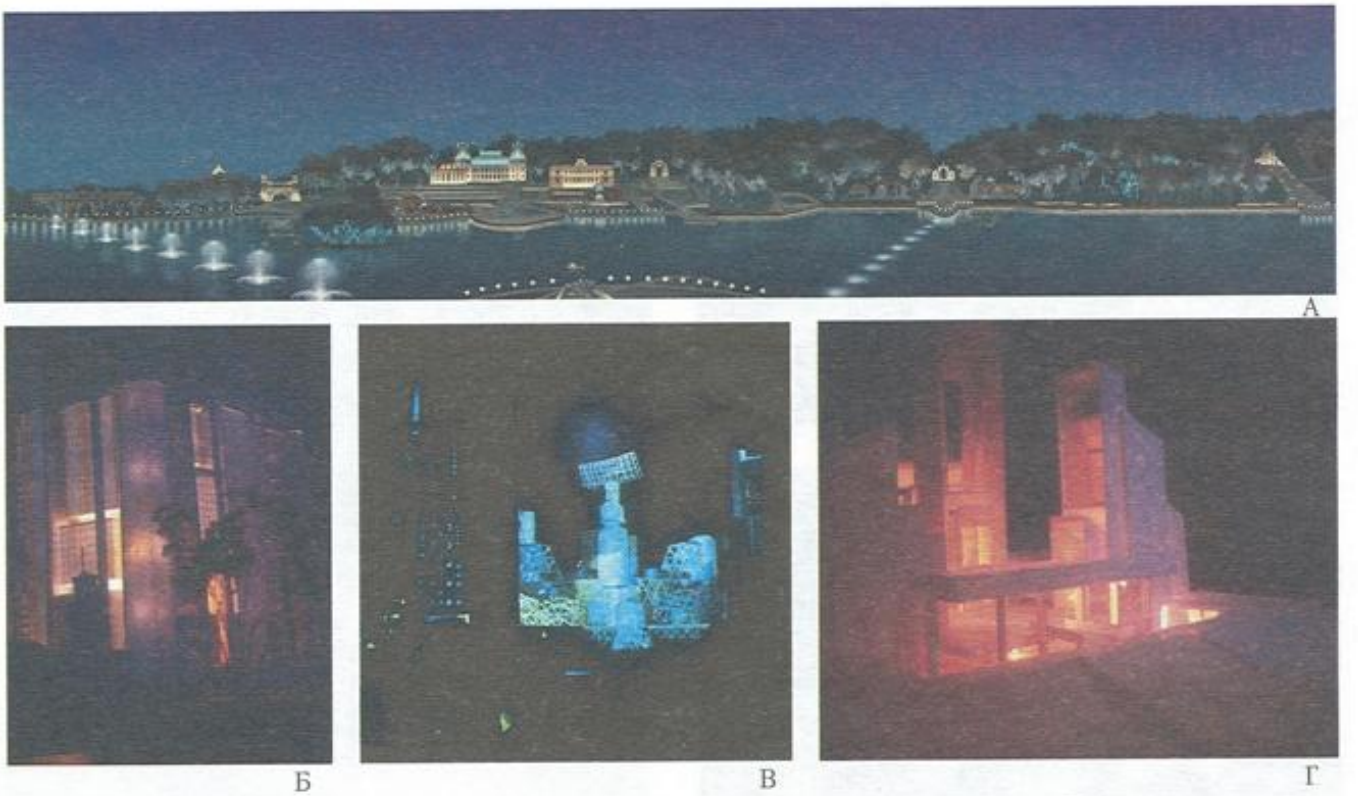


Рис. 6.5. Раздел «Архитектурное освещение» в дипломных проектах студентов МАрхИ: А — реконструкция парка Царицыно, светопанорама, компьютерная графика (А. Титова), 2002 год; Б—Г — макеты дипломных проектов В. Кирпичева, К. Худякова, Е. Окиншевича. 1970-е годы

ванием. В ряду изучаемых студентами архитектурно-дизайнерских вузов и факультетов дисциплин проблема искусственного света в зодчестве рассматривается в курсе «Архитектурная светология (светотехника)». Однако малое количество учебных часов по данному курсу и практическая невостребованность полученных знаний в профилирующей учебной дисциплине — архитектурном и дизайнерском проектировании — не дают студенту достаточных профессиональных навыков для самостоятельной практической работы в области светового дизайна города.

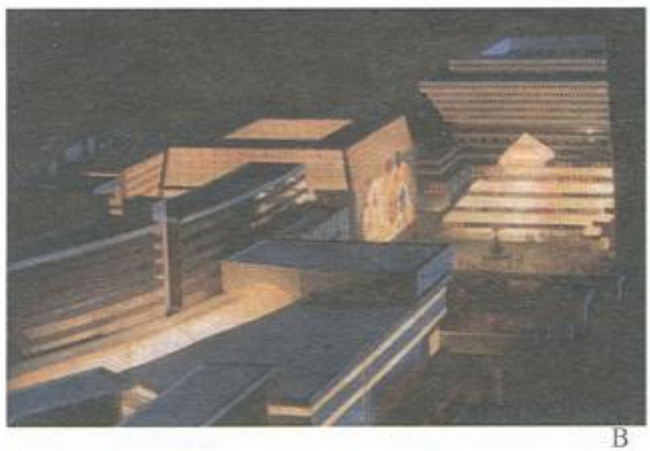
Другой причиной некомпетентности архитекторов и дизайнеров в области освещения является отсутствие достаточного количества квалифицированных педагогов, способных вести в вузах полноценный курс по подготовке новой специализации или специальности архитектора-светодизайнера.

Ныне в работах по функциональному, архитектурному и светоинформационному освещению городов России участвует недостаточно архитекторов, дизайнеров и специалистов с высшим художественным образованием, а участвующие, как правило, не имеют, особенно при работе над своими первыми проектами, нужных светотехнических знаний. В большинстве фирм, занимающихся проектированием и освещением городской среды и ее объектов, работают специалисты с технической подготовкой — светотехники, электрики, программисты, у которых нет четких представлений о градостроительных проблемах и архитектурно-художественных основах композиции, об эстетике освещения и связанных с ней концептуальных идеях, творческих целях и задачах проектирования. Поэтому во многих реализованных проектах наружного освещения территорий, объектов, рекламных установок много случайных, некомплексных, репродуктивных решений и светокомпозиционных ошибок.

Курс «Архитектурная светология» в МАрхИ в своей эволюции постоянно адаптируется к задачам и методике архитектурного проектирования и предусматривает изучение теоретических основ и практических методов формирования световой, в том числе искусственной, световой среды в интерьерах и городе. Он ставит своей целью воспитать у студента понимание света как важнейшего

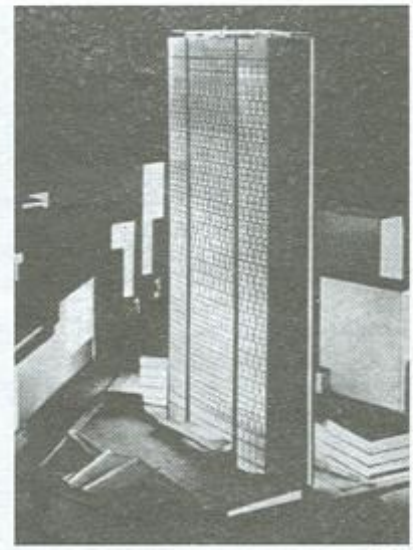
А

Б



В

Г



Д

Рис. 6.6. Объемное светомоделирование на макетах в реальной проектной практике: А—В — проект реконструкции и освещения площади Пикадилли в Лондоне (архитектор Д. Паркер), 1970 год; Г, Д — проект небоскреба Пирелли в Милане (архитектор Д. Понти). 1959 год

элемента жизненной среды в целом и искусственной среды (архитектуры) в особенности как «вечного» архитектурного материала, эффективного средства формообразования и художественной выразительности, выработать у обучаемого способность к творческому зрительно-образному мышлению и достоверному светлотно-колористическому проектному изображению, к пониманию основных светотехнических параметров и выполнению простейших светотехнических расчетов, к реализации задуманных архитектурно-световых образов в натуре.

Поэтому практические курсовые работы по архитектурному освещению объектов выполняются по методике реальных проектов и включают следующие стадии:

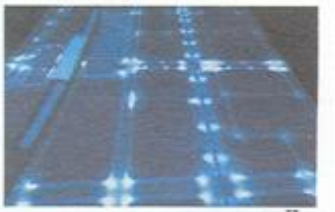
- предпроектные натурные обследования с фотофиксацией существующего дневного и ночного вида объекта в реальном окружении, изучение его истории и прототипов установок наружного освещения, в том числе в данном районе города, а также дизайна современных светотехнических изделий по каталогам фирм-производителей;
- выполнение эскизных вариантов и, на их основе, утверждаемого проектного варианта наружного архитектурного освещения объекта в ручной или компьютерной графике;
- в отдельных случаях — приближенный расчет светлотно-яркостной композиции, например, по одной из компьютерных программ;
- разработку схем расположения осветительных приборов на генплане, фасадах и планах объекта с выбором типов источников света и, ориентировочно, типов (аналогов) осветительных приборов;
- выполнение краткой пояснительной записки к проекту и его защита.

А

Б

В

Г



Д

Е

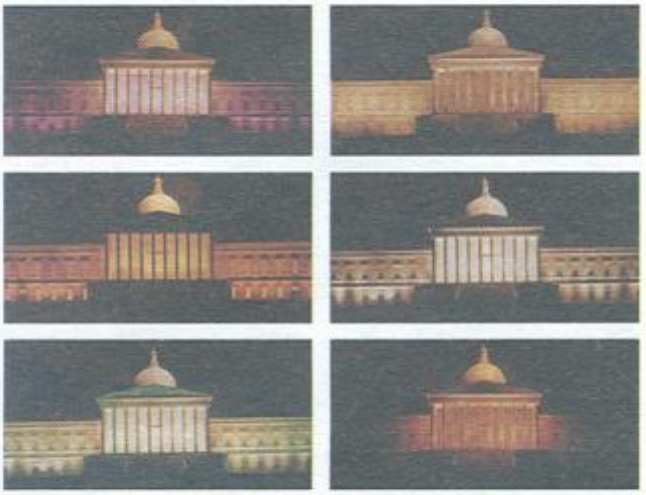
Ж

И

К

Рис. 6.7. Светомоделирование на макетах и трехмерных компьютерных моделях в работах японских светодизайнеров (К. Менде и др.): А, Б — магазин «Луи Вуиттон» в Нагое, 1999 год; В — Беппу-парк в префектуре Оито, 1994 год; Г—Ж — фрагменты световой среды в разных проектах; И, К — торговый комплекс Шибуя Парко в Токио, 1995 год

Как уже указывалось, при выполнении научных и учебно-практических работ используются разные способы светомоделирования — графический (ручной или компьютерный) или объемный (на макетах с регулируемой системой цветного освещения). Первый основывается на известных студенту живописно-графических приемах рисунка, отмывки, покраски, аппликации или на владении компьютерными программами проектирования освещения, второй связан с выполнением макетных работ и простейших электротехнических и светотехнических операций (монтаж осветительных систем с разными, в том числе миниатюрными, источниками света, световыми и проекционными приборами, светорегуляторами, светорассеивающими и светоотражающими материалами, цветными фильтрами, масками и диффузорами, решетками и экранами), с непосредственной и, как показывает опыт, захватывающей студентов работой с «живым» свето—цветом и непредсказуемыми для них эффектами, с измерением фотометрических параметров, с выполнением учебно-адаптированных светотехнических расчетов, с фото-, видео- или киносъемкой освещенного макета. Важной, а в методике архитектурного образования даже уникальной, частью учебного процесса являются индивидуально выполняемые каждым студентом лабораторные работы, которые дают конкретное, наглядное представление об особенностях и результатах взаимодействия света с архитектурной формой. На лабораторных установках студенты знакомятся с особенностями цветопередачи разноспектральных источников света на полихромных образцах и исследуют формообразующие возможности света, способы и результаты аддитивного смешения цветных излучений, а также субтрактивного и пространственного смешения цветов.



А

Б

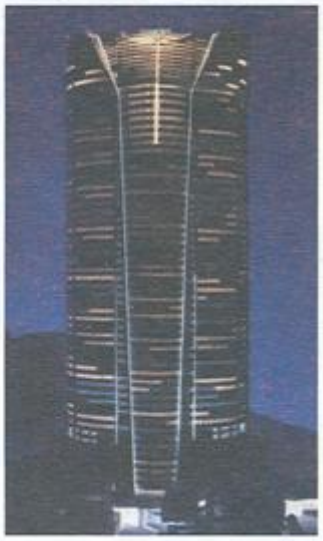


Рис. 6.8. Поиск светового образа методом масштабного светомоделирования на макетах: А — эксперименты в научно-исследовательском центре фирмы Филипс; Б — здание *Mori Tower* в комплексе *Roppongi* в Токио (*Lighting Planners Associates*). 2003 год

В процессе обучения рекомендуется использовать три принципа, позволяющие заявить о профессиональной нацеленности курса «Архитектурная светология» для архитекторов и дизайнеров на решение ряда актуальных задач формирования городской и вообще архитектурной, обитаемой среды:

• синтез данных науки светотехники с комплексом знаний архитектурно-градостроительной теории и теории дизайна, художественной подготовки и практики архитектурно-дизайнерского проектирования, позволяющий рассматривать эту область деятельности как новое, относительно самостоятельное и творчески перспективное направление, ориентированное на его включение в процесс проектирования с ориентацией на подготовку новой архитектурно-дизайнерской специализации;

• сохранение комплексного обучения архитектурной светологии, нацеленного на приобретение личного опыта работы со светом, на индивидуальные экспериментально-практические работы с использованием лабораторного оборудования и компьютерной техники, связанные по тематике с профилирующей дисциплиной — архитектурно-дизайнерским проектированием, а также со смежными дисциплинами — живописью и колористикой, экологией и эстетикой, основами пространственной композиции и материаловедением, рисунком и начертательной геометрией, теорией и историей искусства и дизайна, архитектуры и градостроительства. Это позволяет студенту осознать роль и потенциал выразительных возможностей света, искусственного и естественного, в архитектуре и дизайне и одновременно полнее постичь материал этих дисциплин. Таким образом, решается двойная педагогическая задача;

• выполнение учебных проектно-расчетных и научных проектно-экспериментальных работ по свето—цвету на основе или в составе курсовых и дипломных проектов, в научно-исследовательских темах и, в особенности, по реальным заданиям, ситуациям, объектам, заказам, носящее характер пионерного поиска новых светокомпозиционных идей, приемов и способов представления проектов освещения. Ввиду неосвоенности в традиционных рамках профессии рассматриваемых проблем вуз должен стать полигоном подготовки новых кадров, необходимых науке о городской среде и искусству ее создания в проектной практике, востребуемых ими и тесно с ними связанных.

Выделение в современном архитектурном и дизайнерском образовании новой специализации «архитектор-светодизайнер» оправдано необходимостью преодоления все еще господствующей в большинстве городов и населенных пунктов визуальной примитивности и некомфортности, утилитарного техницизма и неэстетичности вечерней среды, обусловленных в том числе неумением и неучастием архитекторов и дизайнеров в ее комплексном формировании.

6.2. Принципы построения светового образа объектов

Два основных употребляемых понятия — световая среда и световой образ города, ансамбля, объекта — означают разные условия и масштаб взаимодействия человека и архитектуры, разные уровни отражения психикой человека воздействий городского окружения.

Световая (светоцветовая) среда является внешним источником воздействий на зрение человека, оцениваемых визуальными ощущениями — информационными процессами психофизиологического характера, называемыми в психологии сенсорными. Они составляют основу более сложных (перцептивных) психических актов восприятия, в результате которых происходит преобразование человеком реальной ситуации в идеальном, т.е. образном, ассоциативном, эмоциональном плане. Среда, существующая независимо от человека и днем автоматически включающая в себя природный свет, а ночью — рукотворный искусственный (если не считать периодически появляющийся лунный), служит необходимой объективной основой светового образа, который рождается и «живет» лишь в человеческом сознании, индивидуальном или общественном, т.е. в субъективном, идеальном плане. Его качества определяются значимостью идей, заложенных автором в основу его построения, и степенью совершенства их выражения, что приводит к рождению архитектурно-художественного образа, в рассматриваемом случае — «ночного» образа, который может «отчужденно» существовать длительное время в сознании людей благодаря зрительной памяти, а также изо-, фото-, кино-, видеофиксациям, являющимся основой истории науки в этой области. Путь к достижению образной выразительности световой архитектуры города лежит через создание полноценной световой среды в нем, через качественное освещение формирующих ее объектов. Здесь большую роль играют психологические функции освещения, которое может не только извлечь из темноты, но и «одушевить» и «оживить» архитектурные достоинства знакомого по дневным условиям восприятия объекта. Возникновение сопереживания (по Д. Саймондсу — высшая цель архитектуры как искусства [37]), эмоциональных реакций при контакте человека с подобной средой позволяет говорить о ее художественно-образных и даже светолечебных качествах. Этот контакт разворачивается, как правило, в пространстве и во времени, и если человек находится в оцениваемой светопространственной среде, а не вне ее (как при обозрении светопанорам из «внешних» точек), является ее элементом и более или менее активным участником происходящих в ней процессов; общее впечатление от световой среды синтезируется из суммы зрительных впечатлений, зрительных образов, главным образом, от конкретных объектов, а также от их композиционно-пространственных взаимодействий друг с другом. При этом более характерны, чувственны, детальны впечатления человека-пешехода, воспринимающего среду непосредственно, тактильно, в «камерном» масштабе, всеми своими органами чувств, с определенной степенью взаимодействия, по сравнению с отстраненными, косвенными, беглыми, неполными, а потому ориентировочными, обобщенными впечатлениями о среде человека — водителя или пассажира, зрение которых работает в «отчужденных» условиях в «ансамблевом» или «ландшафтном» масштабе.

Проектные задачи, связанные с созданием в темное время суток зрительно-эмоциональных качеств световой среды, точнее, качеств формирующих ее искусственных (архитектурных) и ландшафтных (природных) освещаемых объектов, выделены в группу образно-художественых задач. Их содержанием является зрительное выявление и творческая интерпретация выразительных черт и характерных признаков архитектурной формы зданий, сооружений, монументов, ландшафтных объектов и создание в итоге их оригинальных «ночных» световых образов.

При «конструировании» светового образа любого объекта возможны два принципиально разных способа: первый — **ассоциативное подобие дневному образу как архетипу,** а второй — **создание нового, специфически ночного «альтернативного» образа («контробраза»), для которого природный архетип не существует** (*рис. 48*).

Первый способ традиционен, а для многих архитекторов, светотехников и прочих «потребителей» образной информации стереотипен настолько, что принимается как единственно возможный и правильный с целью «показать красоту объекта, но не создавать ее» вечером [7]. При современных возможностях осветительной техники и тенденциях светового дизайна он, разумеется, приемлем, но органичен, в основном, только **для существующих памятников архитектуры, произведений инженерного и монументального искусства, дневной художественный образ которых сложился в общественном сознании** и его нецелесообразно радикально изменять. Например, достаточно создать на фасаде светлого здания распределение яркостей, подобное дневному — светлые стены (с сохранением их цветности), темные окна и читаемые тени от пластических элементов с направлением света сверху, как оно легко узнается и впечатляет идентично дневному облику в солнечный день, поскольк-

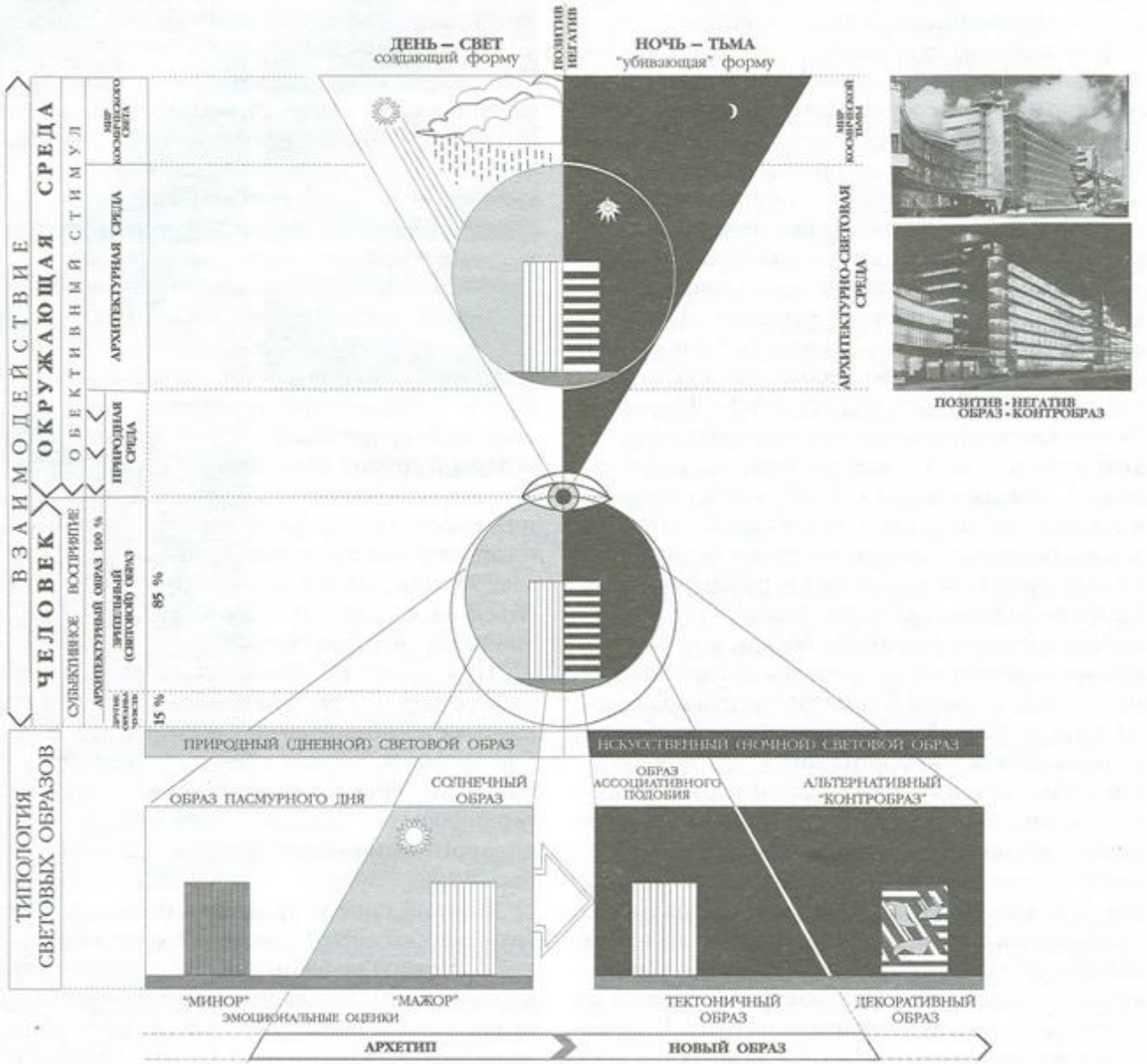


Рис. 48. Принципиальные основы создания светового образа объектов

ку сохранены основные зрительно воспринимаемые признаки, особенности, качества архитектурной формы. Это наиболее легко осуществляется применением приема заливающего прожекторного освещения белым «солнечным» светом (*рис. 6.9*). Однако речь идет об отдельных, как бы «вырванных» из контекста пространственного окружения объектах и не о буквальном, а лишь об относительном, ассоциативном подобии создаваемого таким образом вечернего их облика дневному, поскольку буквального воспроизведения распределения яркостей, яркостных и цветовых контрастов и светотени на поверхностях архитектурного, значительного по габаритам объема в условиях темного окружения и множества различных излучающих источников искусственного света получить практически невозможно.

Второй способ всецело основывается на выразительных возможностях современных средств освещения и на вышеуказанных (*см. п. 3.3*) **особенностях зрительного восприятия в условиях ночного города**. Он естественен для

А Б

Рис. 6.9. Световой образ и «котитробраз» храма: А — церковь Рождества в Путинках (светодизайн — В.В. Воронов), 1996 год. Световой образ ассоциируется с предзакатным солнечным освещением; Б — Миланский кафедральный собор, 1997 год. Активное полихромное освещение не имеет аналогов в природных условиях

пространственных, ансамблевых архитектурных композиций с темным небом и окружением и предпочтителен для большинства современных объемно-пластических форм, на характер которых при их создании должен влиять выбор системы освещения. Как говорят, «к ночной жизни архитектурное произведение должно специально готовиться», и об этом должен позаботиться автор этого произведения (*рис. 6.9*).

В сложившихся условиях в большинстве городов облик любого обитаемого здания (не оборудованного системой наружного архитектурного освещения) с наступлением темноты претерпевает изменения, подобные изменениям на фотопленке: дневной «позитив» фасадов с темными окнами на светлом фоне становится ночным «негативом» со всеми или некоторыми светящимися окнами на фоне темного окружения. Утрачиваются или искажаются полностью или частично все признаки и качества архитектурной формы. Процесс ее оптического воссоздания освещением образно можно уподобить написанию древней иконы, как об этом свидетельствует П. Флоренский [41]: «Иконописец идет от темного к светлому, от тьмы к свету... То, что наиболее существенно определяет форму, — то просветляется наиболее, менее значащее — и просветлено менее». Это — **тектоничный тип освещения**.

При создании современных архитектурных форм, в том числе образно-световых, автор волен выбирать, какие элементы в его произведении главные, какие второстепенные, сохраняется ли эта иерархия при переходе от дня к ночи, от одного типа освещения к другому, от одного естественно-благоприятного режима работы глаза к иному, в ночном городе нередко дискомфортному и т.д. Нельзя не учитывать, что при этом переходе диапазон средств гармонизации архитектурно-пространственной формы существенно расширяется, поскольку зодчий имеет в своем распоряжении формообразующий материал с регулируемыми параметрами — искусственный свет, который называют «реинтерпретатором архитектуры» (К. Гарднер, Р. Молони) [52].

Для решения любых образно-художественных задач освещения могут применяться, во-первых, все традиционные средства художественной выразительности, использованные архитектором при создании архитектурной формы в расчете на дневное восприятие и избирательно выявляемые искусственным освещением, — метр и ритм, нюанс и контраст, симметрия и асимметрия, соотношения и пропорции частей и целого, единство и соподчиненность форм, моно- и полихромия, масштабность и тектонические средства архитектуры — в особенности при «конструировании» светового образа по способу ассоциативного подобия образу дневному. Однако они должны быть переведены на язык светотехнических величин, что является специальной и еще далеко не до конца решенной зада-

чей. Это выявление осуществляется главным образом системами архитектурного освещения, непосредственно «обслуживающими» архитектурные объекты и ансамбли.

Во-вторых, могут эффективно использоваться сугубо специфические средства — создаваемые светом иллюзорные светоформы, позволяющие осуществлять:

• в градостроительных композициях — масштабные регулярные или иррегулярные, совпадающие или несовпадающие с планировочной первоосновой световые модуляции пространства на ряд более мелких, «перетекающих», а также относительно дискретных светопространств или визуальное объединение разрозненных пространств в единое крупное светопространство разными приемами и уровнями освещения. Эти модуляции, в основном, реализуются установками функционального освещения, выполняющими роль пространствоформирующих;

• цветовые модуляции светопространств разноспектральным светом, усиливающим их визуальную дифференциацию с целью зонирования и (или) придания им различной эмоциональной «окраски» и масштаба. Они производятся, как и в предыдущем случае, системами функционального освещения, но в определенных ситуациях для этих целей могут использоваться и установки архитектурного и светоинформационного освещения;

• зрительную трансформацию глубины, ширины, высоты пространства, а также размеров, формы, цвета, пластики архитектурных объектов и ландшафтных элементов. Основным «инструментом» этой трансформации служат установки архитектурного освещения, изменяющие существующие днем, т.е. привычные, знакомые яркостные и цветовые соотношения фасадов объектов, и отчасти — установки функционального освещения территории и «вписанные» в световой ансамбль светоинформационные и светорекламные установки;

• в объемных композициях — изменение впечатления массивности, статичности архитектурных и природных форм вплоть до их визуальной дематериализации, достигаемое с помощью установок архитектурного освещения, создающих необычное, отличное от дневного распределение света и цвета на их поверхностях;

• зрительную театрализацию и драматизацию городской среды за счет повышенной контрастности и декоративности светоцветовой композиции, достижимых при различных сочетаниях систем архитектурного и функционального освещения;

• программируемую светоцветовую кинетику, позволяющую «оживить» объекты и «одушевить» общую атмосферу среды. Кинетика сегодня характерна прежде всего для светоинформационных установок, но ее все чаще используют в установках архитектурного освещения, она возможна и в будущем будет все более естественной и эффективной и в системах функционального освещения пешеходных зон;

• повышенный эмоционально-психологический эффект за счет синтетического взаимодействия статичного и динамичного светоцвета, проекционных изображений, стереозвука, аэродинамических эффектов и т.п. Этот комплекс выразительных средств эпизодически используется на временных установках в городской среде (гигантские свето-цвето-звуковые шоу Ж.-М. Жарра в Париже, Москве, Хьюстоне, Лионе; Лондоне, Х. Ямагато в Бильбао, Париже, Санкт-Петербурге; Г. Хофа в Пекине, Афинах, Берлине, Москве и др. по случаю знаменательных событий) и в стационарных зрелищных установках типа спектаклей «Звук и Свет» во многих странах на знаменитых памятниках зодчества.

Эти специфические средства также осуществляются регламентацией светотехнических параметров. В различных сочетаниях они используются при **создании «альтернативных», «атектоничных» световых «контробразов» объектов и ансамблей**, осуществляемых на концептуальных, утверждаемых и рабочих стадиях проектирования.

Разработка проектов наружного архитектурного освещения объектов — жанр «светообъемного» проектирования. В этой области на базе обширного практического опыта методологией предусматривается последовательное решение ряда задач — от общих к частным:

• выявление объемной формы объекта, ее трехмерности, целостности, монолитности или, наоборот, расчлененности, дробности и, как частный случай, ее двухмерности. Осуществляется, в основном, распределением света различной интенсивности и (или) цветности на смежных фасадах или поверхностях, при этом выбираются (с учетом возможностей осветительной установки) определенные яркостные и цветовые соотношения фасадов — контрастные, средние или нюансные (*см. п. 3.3*);

• сохранение или иллюзорное изменение общей массы объекта, «весовых» характеристик его частей, придание ему большей тяжести или легко-

А

Б

Рис. 6.10. Тектоника светового образа: А — центральный театр Российской армии (светодизайн — Н.И. Щепетков), 1996 год. Тектоника ордера выделена предельно четко, массы здания зрительно облегчаются кверху за счет повышения яркости венчающих объемов; Б — «Белые палаты XVII века» на Пречистенке, 2003 год. Тектоника монолитной стены разрушена яркими пятнами света и контрастной светотенью, центральный арочный проем тонет в темноте

сти, устойчивости или неустойчивости, статики или динамики, брутальности или нематериальности. Обеспечивается градиентным нарастанием или снижением яркости фасада снизу вверх или от периферии к центру с помощью объединяющего заливающего или более пятнистого локального, одноцветного или полихромного освещения. Точные количественные характеристики распределения яркостей и, тем более, распределения различной цветности освещения для визуальной трансформации массы объектов наукой еще не установлены;

• «прорисовка» силуэта по требованиям градостроительной ситуации. Эффективными приемами создания светового силуэта с положительным яркостным контрастом служат заливающее освещение венчающих элементов объекта, контурный световой рисунок, самосвечение (если силуэтный элемент из светопрозрачного материала, высвеченного изнутри) или их сочетания. В качестве характерных, активных по своему воздействию элементов могут служить установки световой информации и рекламы на крышах зданий. Существуют приемы формирования ночного силуэта на основе отрицательного яркостного контраста для объектов относительно небольших размеров — скульптур, деревьев, ажурных оград, венчающих балюстрад, куполов и т.п. — при помощи контражурного освещения, если есть условия более ярко засветить фон;

• выявление тектонической системы объекта — стеновой, ордерной, стоечно-балочной, каркасной, арочно-сводчато-купольной или другой, в том числе, современной пространственной системы. Тектоника архитектурных форм — главное (наряду с организацией архитектурного пространства), специфическое для зодчества средство его художественной выразительности. Теоретики выделяют два основных типа архитектурной формы: «архитектурная форма, совпадающая с конструктивно-необходимыми габаритами, обеспечивающая эффективное использование материала», и «архитектурная форма, в которой свойства конструкции выявлены опосредованно» [24]. Другие случаи относятся к нетектоничным, стилизаторским, декоративным системам. Аналогично этому **образно-световое решение архитектурного объекта может быть «тектоничным» или «атектоничным»**. Это два теоретических «полюса», два художественных типа освещения, между которыми располагается обширный диапазон промежуточных вариантов, используемых в реальной практике. **«Тектоничное» освещение** выделяет повышенной яркостью, а нередко и особой цветностью и светотеневым рисунком, основные конструктивные элементы объекта как композиционно совершенную, гармоничную систему (*рис. 6.10*). По кинетике оно обычно относительно статично и может ориентироваться на кинетику природного света. В этом качестве оно наиболее естественно **при построении светового образа по способу ассоциативного подобия дневному**. Понятие «световая тектоника» метафорично может применяться и по отношению к планировочным

объектам, например, к световому плану города, на котором четко отражены основные архитектурно-градостроительные особенности — его иерархизированные «каркас» и «ткань». **«Атектоничное» освещение создает светоцветовой рисунок, мало связанный с конструктивно-пластическим решением фасадов** (*см. рис. 6.10*), и нередко использует активные динамические режимы, несвойственные природному освещению (за исключением грозовых молний и всполохов северного сияния), поэтому оно более употребительно **при создании «альтернативных» световых «контробразов»**, а также при освещении ландшафтных объектов, которые не имеют тектоники в привычном смысле этого термина;

• та или иная трактовка пластического решения фасада — его единства или расчлененности, рельефности или плоскостной гомогенности, пропорционально-ритмического строя по вертикали и горизонтали, его (а)симметрии, зрительного облегчения или утяжеления масс снизу вверх и т.п. Это связано, в частности, с выбором тектонического или декоративного типа освещения, с построением светового образа по принципу ассоциативного подобия или «альтернативного контробраза». Локальное, особенно разноспектральное освещение создает пятнистый световой рисунок, способный зрительно разрушить целостность фасада, заливающий свет объединяет его, поярусное и частое расположение приборов локальной подсветки подчеркивает горизонтальные членения, редкая их расстановка может дать на фасаде световые пятна-вертикали, визуально девальвирующие тектонику стеновых поясов, скользящий свет выявляет фактуру стен и дефекты наружной отделки, обратное, по сравнению с дневным, направление теней (снизу вверх) формирует «рамповый» эффект, различная группировка световых пятен на фасаде может усилить впечатление его симметрии или уничтожить ее, прогрессивное увеличение или убывание освещенности (градиент яркости) на поверхности создает иллюзию ее криволинейности или изменения «весовых» характеристик массы вплоть до зрительной ее деформации или дематериализации при многоцветном освещении и высоких яркостях;

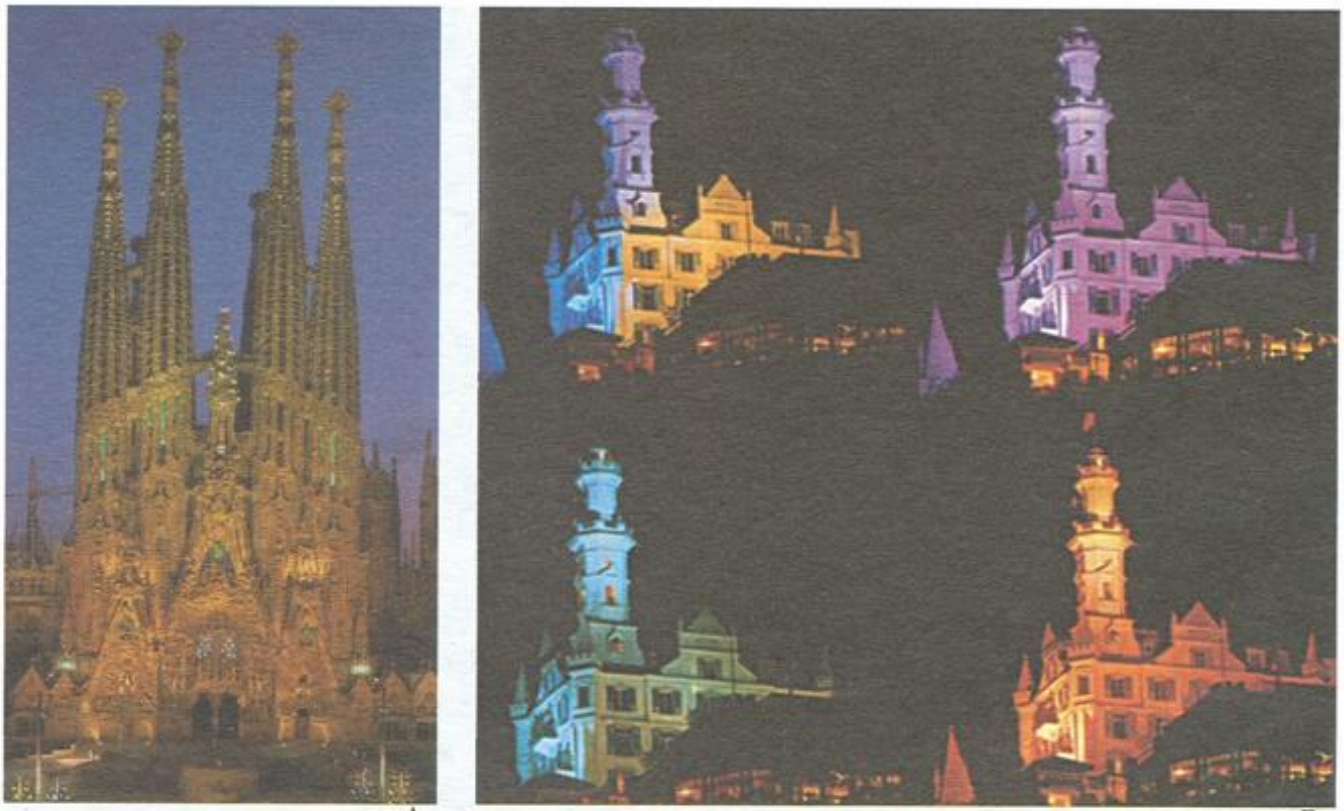
• творческая интерпретация колористического решения фасадов объекта. Выбор цветности освещения хроматических объектов, в первую очередь памятников архитектуры и исторической застройки, осуществляется, как правило, по принципу относительно достоверной цветопередачи их фасадов с учетом свето-цветовых характеристик окружения и требований единства светового ансамбля. Это возможно при использовании источников преимущественно белого света в установках архитектурного освещения определенных групп объектов, формирующих тот или иной ансамбль. Для других объектов, в особенности для монохромных современных сооружений и элементов ландшафта, предпочтителен поиск оригинальных декоративных решений освещения, в том числе с применением цветного света. Здесь особенно важно иметь концептуальные ансамблевые светоцветовые разработки в масштабе градостроительных фрагментов. Метод буквального воспроизведения полихромии застройки, т.е. освещения цветных фасадов соответствующими оттенками белого и хроматического света, в творческом плане обычно малопродуктивен или, по художественным, техническим и эксплуатационным соображениям, невозможен;

• виртуальное «оживление» объекта. Достигается применением многорежимного, динамического и цветодинамического освещения, усиливающего при необходимости его акцентирующую роль в застройке, в том числе в ритмах функциональной, сезонной, социальной «жизни» объекта, погодных изменений и т.п. Динамическое освещение рекомендуется [7] применять для больших архитектурных и природных объектов, которые не обозреваются с одного взгляда и могут быть разделены на дискретные элементы, или для архитектурных комплексов, образованных разностильной застройкой разных эпох. Специальное (динамическое, моно- или полихромное) освещение каждого стиля может подчеркнуть его оригинальность, а освещение в целом будет более информативным.

Постановка и решение тех или иных задач осуществляется автором проекта освещения с учетом конкретной ситуации и с использованием определенных приемов и средств освещения и светокомпозиционных параметров.

6.3. Светодизайн зданий и сооружений

Следуя концептуальной творческой «сверхзадаче» — освещением создавать художественно выразительные световые образы объектов различного назначения (исходя из градостроительной целесообразности в каждой конкретной ситуации), необходимо проанализировать наиболее характерные примеры, где и как эта «сверхзадача» решена.



А Б

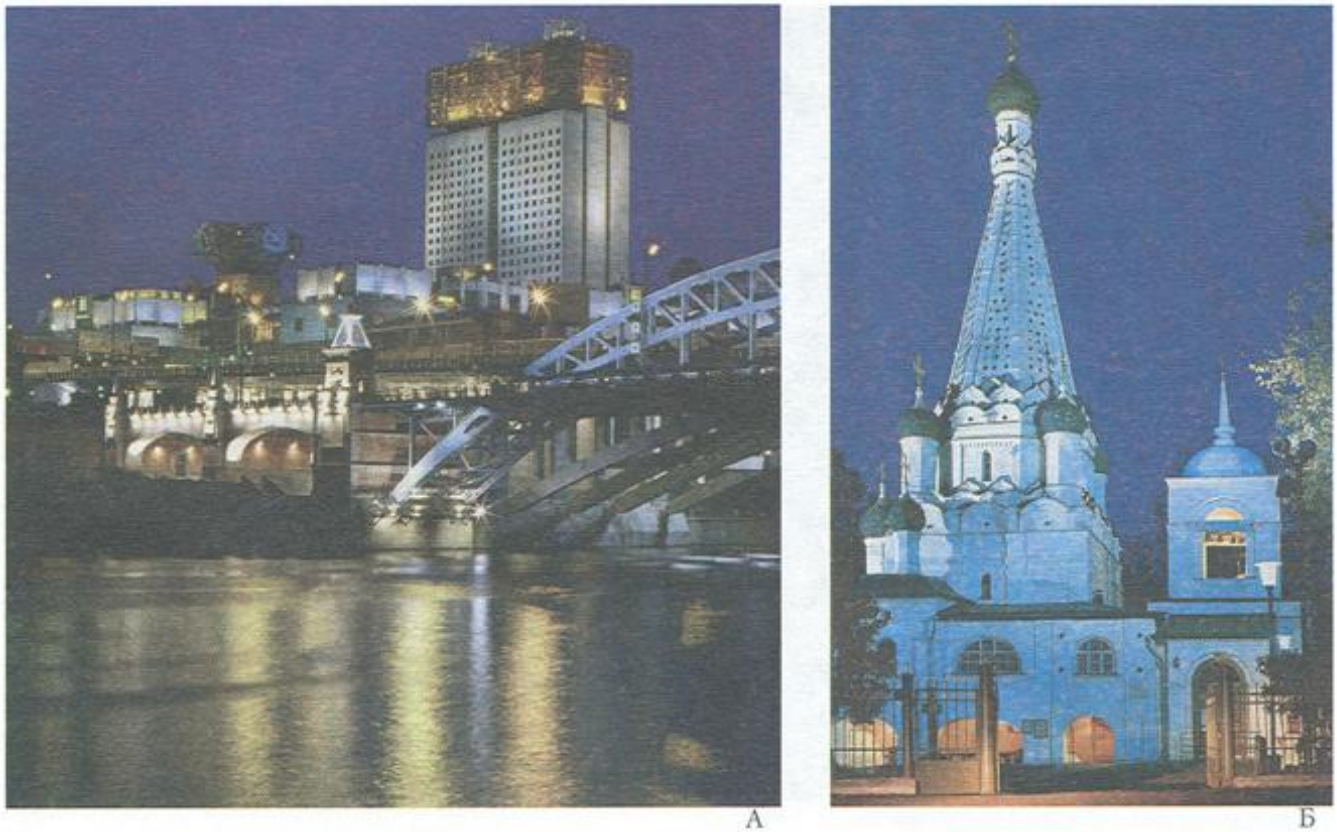
Рис. 6.11. А — собор Саграда Фамилия в Барселоне (архитектор — А. Гауди); Б — отель в Люцерне, Швейцария, 2000 год. Синий, пурпурный, зеленый, красный и другие насыщенные цвета света создают декоративный, театральный эффект (фирма *Space Cannon Trading*)

В ретроспективном обзоре мирового опыта архитектурного освещения [3, 16, 18, 26, 65] преобладают образы, созданные традиционно — по принципу ассоциативного подобия их дневным образам приемом прожекторного заливающего белого света «теплого», нейтрального или «холодного» оттенков. Цветной заливающий свет (за исключением желтого, напоминающего свет закатного солнца, например, собор Саграда Фамилиа архитектора А. Гауди в Барселоне), использованный в ряде случаев, дает декоративный эффект, и эти образы уже не вызывают явных ассоциаций с дневными (*рис. 6.11*).

Прием заливающего освещения наиболее изучен по своим светотехническим параметрам, отраженным в нормах и стандартах разных стран [29], и визуальным свойствам, зафиксированным, в частности, в рекомендации «не топить объект в море света» [7] или не применять его для фасадов со сплошным остеклением.

Общий заливающий белый свет, равномерный или локализованный, с определенной неравномерностью в пределах фасада (*см. Главу 3*), обычно более или менее достоверно отражает его основные архитектурные особенности, а на объемных объектах при освещении смежных фасадов с разной интенсивностью достаточно правдиво «вылепливает» общие формы сооружения. В лучших примерах при удачном направлении световых потоков сверху и сбоку и относительно «естественном» распределении теней решалось большинство задач «светообъемного» проектирования — выявления формы объекта и его силуэта, массы и тектоники, пластического и цветового декора. В реализованных проектных работах в Москве эти качества нашли определенное отражение в освещении церквей Федора Студита у Никитских ворот и Рождества в Путинках, стен и башен Донского и Новодевичьего монастырей, Спасо-Преображенского собора в Новоспасском и Смоленского в Новодевичьем монастырях, Софийского собора и соборной колокольни в Вологде и т.д. (*см. рис. 3.8, 5.8, 5.18, 6.9*).

Однако известным отрицательным свойством традиционного заливающего освещения является его некоторое образно-стилистическое однообра-



А Б

Рис. 6.12. А — здание Президиума РАН (светодизайн — Н.И. Щепетков), 2000 год, и Б — церковь Покрова Богородицы в Медведкове (Н.И. Щепетков), 1994 год

зие, монотонность, нивелирующая, даже «убивающая» пластику фасада, ограниченный диапазон выразительных возможностей и слепящее во многих случаях действие прожекторов (по этой причине его применение невозможно для освещения фасадов жилых домов, отелей, больниц, а также скульптурных памятников на транспортных улицах и площадях при установке прожекторов выше монумента для получения необходимой на нем светотени и т.п.). Поэтому в «классическом», полномасштабном виде в современной практике он используется все реже, главным образом, для выделения доминантных объектов и обычно в различных сочетаниях с локальной подсветкой или с другими приемами, «оживляющими» скучноватость образа (*рис. 6.12*). При этом варьируется направленность световых потоков, а на смежных фасадах — интенсивность и цветность света. Например, освещение объекта снизу вверх с относительно небольшого расстояния «драматизирует» привычный светотеневой облик необычными обратными тенями. Использование более интенсивного «рисующего» белого света с теплым оттенком на главном фасаде и менее интенсивного — холодно-белого — на боковых может вызывать ассоциации с солнечным освещением. Заливающим светом создается, при необходимости, контражурное освещение небольших по размерам объектов, главным образом, монументов. При равномерном фронтальном освещении источниками, расположенными на уровне освещаемого фасада, даже пластически развитого, получается плоский, «бельмообразный», бестеневой его облик.

Необходимость выявления тектоники двух- и многоплановых ордерных композиций способом ассоциативно-образного подобия во многих случаях обуславливает использование приема «яркостной инверсии» при освещении портиков, галерей, лоджий с первоплановыми колоннами или аркадами на фоне заглубленных стен. По объективным яркостным характеристикам, когда колоннада вечером выглядит темной на фоне освещенной фоновой стены (отрицательный яркостный контраст), получается негативный вид дневной яркостной композиции (светлая колоннада на фоне более темной стены), т.е. эта искусственная световая композиция фотометрически неестественна, декоративна. Тем не менее, тектоника ордера, трак-

А Б

Рис. 6.13. Портики Центрального Дома Российской Армии (А) (светодизайн – Н.И. Щепетков), 2000 год и Большого театра (О.Л. Жибуртович и «Светосервис»)

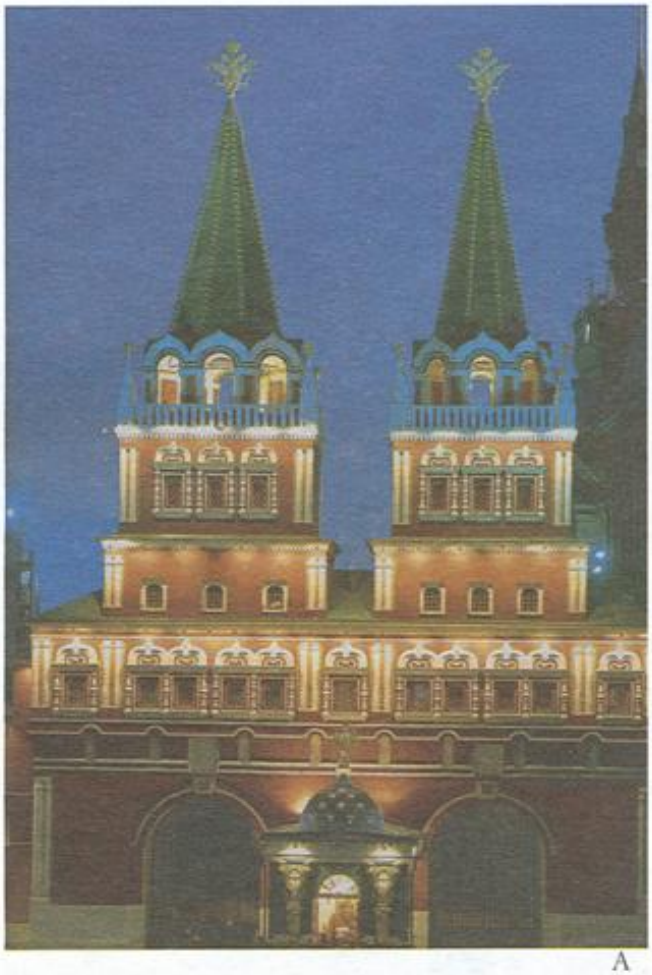
А Б

Рис. 6.14. Церковь Святой Магдалины (А) и ротонда таможни архитектора Н. Леду (Б) в Париже. Освещенные колонны портиков на фоне темной стены

тованного контражурно, воспринимается вполне правдиво и выразительно (портик 1-ой Градской больницы). Введение декоративного светового пояса на барельефном фризе антаблемента портика Большого театра зрительно ослабило роль этого мощного тектонического элемента ордера (массивной балки на колоннах), и портик отчасти потерял свою монументальность (*рис. 6.13*). Удачных примеров выразительного освещения портиков с сохранением позитивного яркостного подобия (светлые колонны на темном фоне) значительно меньше (застава-ротонда Н. Леду в Париже – *рис. 6.14*).

При использовании приема локального освещения необходимо соблюдать определенные требования при построении светового образа по принципу ассоциативного подобия. Световых приборов на фасаде должно быть столько, чтобы их световые пятна перекрывали друг друга на всей или большей части фасада, который в этом случае может хотя бы отдаленно напоминать по световому рисунку освещенный солнцем (сквозь кроны деревьев) целостный фасад с пятнами света и тени. Однако регулярность этих пятен, диктуемая ритмическим строем фасада и его пластическими деталями, к которым обычно «привязываются» приборы локальной подсветки, а также особенности индивидуального «градиентного» светораспределения в пределах каждого светового пятна, которое еще следует тщательно отрегулировать, делают ассоциации с солнечным освещением весьма условными (*рис. 6.15*).

Поэтому прием локального освещения более часто и эффективно применяется для построения светового «контробраза», обладающего большей или меньшей декоративностью. Иногда с его помощью создается почти буквальный негатив солнеч-



А

Б

Рис. 6.15. Локальное освещение фасадов зданий: Воскресенские ворота с Иверской часовней (А), 1996 год, и старое здание редакции газеты «Известия» (Б), 1997 год (светодизайн обоих — В.В. Воронов). Достаточное количество грамотно расположенных приборов локальной подсветки, несмотря на некоторую пятнистость, приводит к целостному решению

ного образа, когда темные днем элементы становятся светлыми и наоборот. Замечательное по эффекту освещение кафедрального готического собора в Барселоне (*рис. 6.16*) осуществляется интенсивным локальным высвечиванием тепло-белым светом элементов второго плана, на фоне которых фантастическим контражурным кружевом воспринимаются темные первоплановые прорезные и пластические элементы. Этот сотканный из света и камня образ более убедительно и метафорично, чем днем, выражает идею готического зодчества: преодолеть тяжесть строительного материала и вознестись духом к небу. Подобные примеры освещения можно считать вполне тектоничными.

Присущая приему локальной подсветки фрагментарность, пятнистость используется для акцентирующего освещения деталей, для внесения живописности или визуальной экспрессии с помощью световых «мазков», оживляющих монотонность залитого светом фасада. В иных случаях, если световые «мазки» на темном фасаде расположены редко, они не выстраиваются в единую композицию и разрушают зрительную целостность объекта, превращаясь в случайные световые «плевки» (*рис. 6.17*).

Преимущественное использование приема локального освещения в современной отечественной практике обусловлено рядом причин. Прежде всего это введение частной собственности, при которой затрудняется общеупотребительное ранее (по решению горисполкома) размещение прожекторов заливающего света на соседних зданиях, на чужих участках и объектах других ведомств и владельцев, на опорах уличного освещения. Во-вторых, в целях эффективности и целесообразности освещения все более миниатюризируются свето-

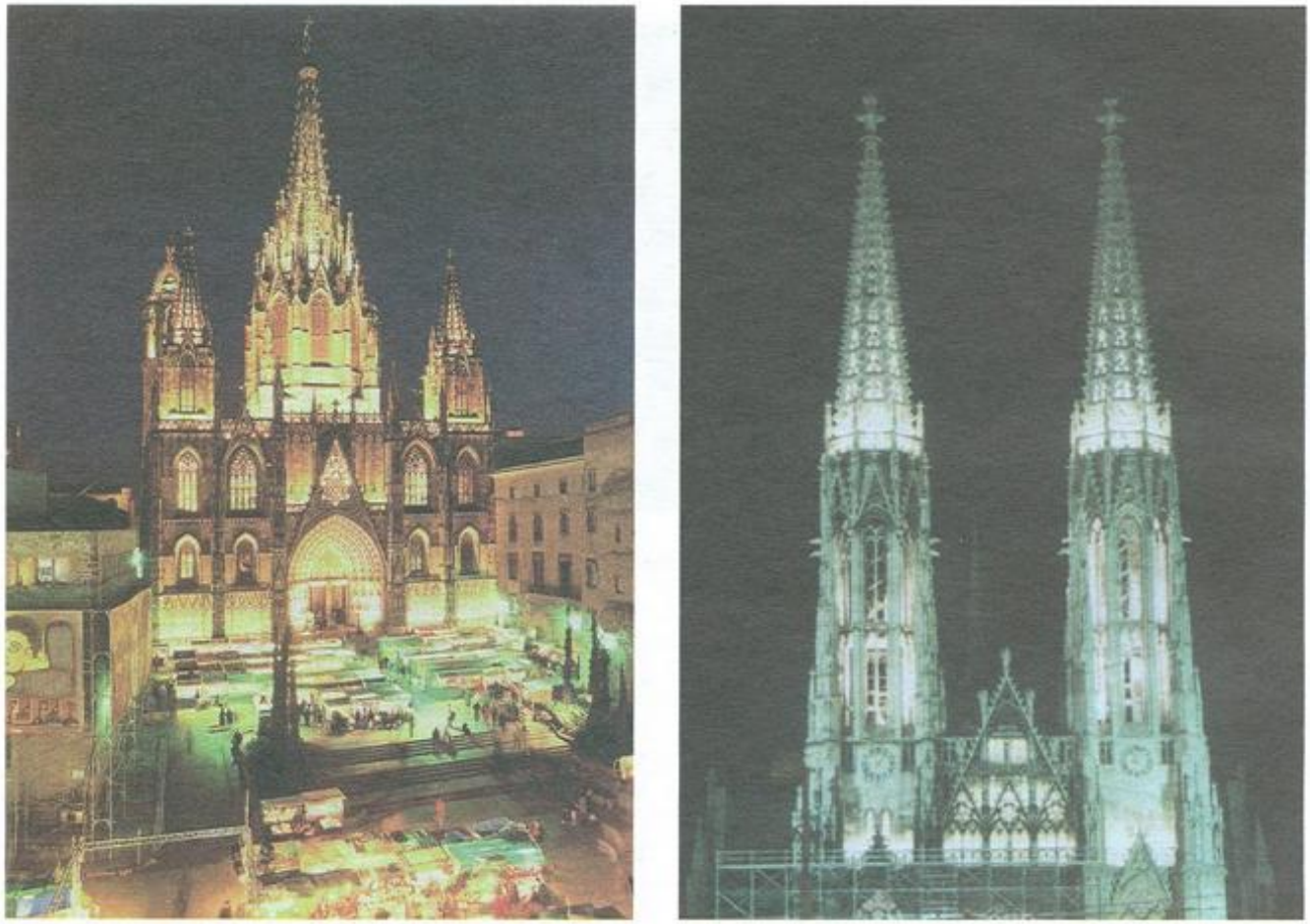


Рис. 6.16. А — Кафедральный собор в Барселоне, 2002 год. Этот образ без принципиальных изменений (но с заменой старых источников света на современные) существует около 50 лет; Б – башни неоготической церкви Вотивкирхе в Вене, 2006 год. Прорезная структура каменного узорочья фасадов эффектно высвечена контражурным светом.

вые приборы, без чего их установка на фасадах небольших по габаритам объектов, прежде всего памятников архитектуры, весьма проблематична. В-третьих, диапазон выразительных возможностей этого приема почти неограничен, в особенности если принять во внимание, что в современной архитектуре, как показывают тенденции развития, будут все шире использоваться органичные для нее системы встроенного освещения.

Учитывая, что провести четкую грань между приемами заливающего и локального освещения иногда трудно, целесообразно ввести в практику термин «локально-заливающее освещение» как переходный, компромиссный вариант между ними. Это значит, что по расположению световых приборов — непосредственно на освещаемом объекте — прием относится к локальному освещению, а по светораспределению — например, на всю высоту фасада или на бóльшую его часть — к заливающему освещению. Так освещен главный фасад 8-этажного здания Москомархитектуры на Триумфальной площади в Москве — снизу вверх скользящим светом мощных прожекторов, смонтированных на кронштейнах над первым этажом. Аналогично высвечены фасады боковых зданий ФСБ на Лубянке, здания «Лукойл» на Тургеневской площади, ГАИ (ГИБДД) на Садовом кольце, несущие пилоны спорткомплекса «Олимпийский» и другие (*рис. 6.18*). По способу установки прожекторов непосредственно на освещаемом фасаде — это локальная подсветка, по светораспределению — заливающий свет.

Все семь «сталинских» высотных зданий, колокольни Новодевичьего и Новоспасского монастырей, фасады «Детского мира» и многих других зданий в Москве поярусно освещены аналогичным приемом с преимущественным направлением света снизу вверх. Ярусность света совпадает с ярус-

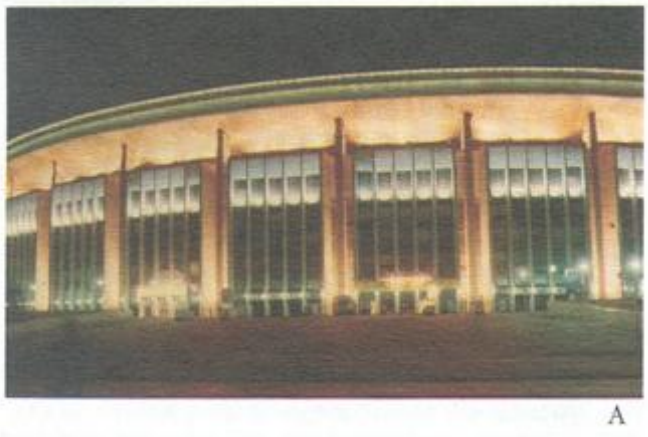
А

Б

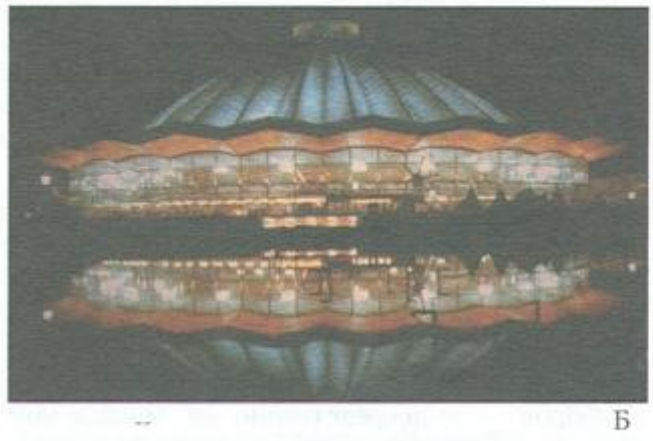
В

Г

Рис. 6.17. «Мазки» локальной подсветки в сочетании с заливающим светом (А, Б) и бессистемные «плевки» света на фасадах (В, Г): А — главный фасад старого корпуса Московского архитектурного института (светодизайн — Н.И. Щепетков, Д.Н. Щепетков), 1999 год; Б — главный фасад Политехнического музея (Н.И. Щепетков), 1996 год; В — Отель «Марриотт» на Тверской улице, 1998 год; Г — жилой дом на Садовом кольце, 2000 год



А



Б

Рис. 6.18. Спорткомплекс «Олимпийский» в Москве (А), 1996 год, и цирк на проспекте Вернадского (Б), 1995 год (светодизайн обоих — Н.И. Щепетков). Одни из лучших примеров светодизайна в Москве по выразительности и тектоничности светового образа

А Б

Рис. 6.19. Высотные здания: МГУ на Воробьевых горах (А) и жилой дом на Кудринской площади (Б) (светодизайн — Н.И. Щепетков). 1994 год

ностью архитектуры, при этом на доминантных «высотках» и на многих храмовых колокольнях от яруса к ярусу повышается средний уровень освещенности, что вместе с уменьшением массы объекта усиливает эффект зрительной облегченности и динамичности их объемной композиции по вертикали. Эти световые решения могут быть отнесены к категории тектоничных. Кроме поярусного увеличения средней яркости на «высотках» осуществляется изменение цветности света от холодно-зеленовато-белого (металлогалогенные лампы) внизу до золотисто-желтого (натриевые лампы) на венчающих башнях и шпилях (*рис. 6.19, 6.20*).

Выбор желтого света для освещения венчающих башен со шпилями на «высотках» и куполов с крестами на колокольнях и храмах был определен «Генеральной схемой светоцветового оформления» в 1993 году, чтобы «вызолотить» исторический силуэт, вернуть присущий ему когда-то цветовой эффект «златоглавой» Москвы. Это совпадало и с техническими возможностями тех лет: в наличии имелись лишь необходимые по мощности прожекторы с относительно узким световым пучком с натриевыми лампами высокого давления.

Осуществленное таким образом светоколористическое решение фасадов было осуществлено в значительной степени из-за существовавшей ограниченной номенклатуры источников света по цветности излучения. Для того, чтобы выяснить влияние цветного света на иллюзорную трансформацию массы, зрительную устойчивость или динамичность объектов в условиях темновой адаптации, нужны дополнительные исследования. Некоторые источники свидетельствуют, что «теплый свет в основании башни, дополненный более холодным на верхних частях, увеличивает иллюзию высоты, но только с небольшого расстояния» [7]. Эта рекомендация слишком неточна, чтобы можно было ее практически использовать.

Декоративный (атектоничный) принцип освещения, освобождающий автора от поисков тектоничности, без использования им цветного света существенно обедняется. До недавнего времени при наличии лишь источников белого да желтого света получение полихромного излучения в условиях городской среды было затруднено: применение цветных светофильтров, окрашивающих свет белых излучателей в другие цвета радуги, связано с эксплуатационными трудностями установки и чистки светофильтров и снижением эффективности осветительных установок, особенно для получения насыщенных цветов — красного, синего, фиолетового и т.п. Появление на рынке в конце 1990-х годов металлогалогенных ламп четырех цветов — фиолетово-синего, оранжевого, зеленого и пурпурного *«magenta»*, пригодных для стандартных световых приборов, расширило палитру живописных возможностей. Они сразу же были использованы в ряде установок архитектурного освещения Москвы. В некоторых из них цвет света нес смысловую нагрузку (подсветка подтрибунного пространства за колоннадой галерей приборами с синими металлогалогенными лампами на фасадах открытого плавательного бассейна в Лужниках: цвет воды чаще всего ассоциируется с голубым цветом — отражаемым ею цветом неба), в других случаях цвет

А Б

Рис. 6.20. Высотные здания: МИД на Смоленской площади (А) и гостиница «Ленинградская» (Б) (светодизайн — Н.И. Щепетков). 1994 год

выполнял чисто декоративные функции, например, оживления темной и однообразно-унылой по цветности окружающей среды (Дом культуры АЗЛК «Москвич» — *рис. 6.21*). Наиболее эффектным является цветное освещение венчающих элементов силуэтных сооружений, доминирующая роль которых в этих случаях резко возрастает. Освещение верхних этажей и силуэтных элементов зданий фиолетово-синим, золотисто-желтым, зеленым светом превратило их в легко узнаваемые в ночных светопанорамах Москвы ориентиры (жилой дом № 29 на Новом Арбате, осветительные мачты стадиона «Динамо», «Дом на набережной» с Театром эстрады, отель «Катерина» на Шлюзовой набережной и др. — *рис. 6.22, 6.23*). Не менее оправдано с живописно-декоративной точки зрения цветное освещение объектов на набережных и над водой с отражениями, в первую очередь, мостов (пешеходный Андреевский мост, новый автотранспортный мост в районе Москва-Сити на 3-м транспортном кольце — *рис. 3.10, 5.33, 5.35*), а также гранитных стен набережных (Раушская набережная, береговые стенки которой освещены желтыми и синими светодиодами). С появлением приборов со встроенными светофильтрами, а также светодиодных светильников, цветовая палитра искусственного света становится неограниченной.

Достойную «конкуренцию» приему локального освещения по созданию выразительных «контробразов» в современной архитектуре способен составить прием светящихся фасадов, который практически всегда преображает дневной «позитив» в ночной «негатив», радикально изменяя, интерпретируя тектонику здания. Первым полноценным «манифестом» этого приема было офисное здание Левер-хаус в Нью-Йорке (*см. рис. 20*), хотя в этом жанре были и более ранние выразительные проекты и реализации (универмаг фирмы «Шокен» в Штутгарте и др., архит. Э. Мендельсон — *см. рис. 15*, табачная фабрика ван Нелле в Роттердаме, архит. И.А. Бринкман и Л.К. ван дер Флугт, 1928—1930, административное здание фирмы

А

Б

Рис. 6.21. Цветной свет на фасадах общественных зданий (светодизайн — Н.И. Щепетков): А — плавательный бассейн в Лужниках, 1998 год; Б — ДК «Москвич» (АЗЛК), 1999 год

А

Б

Рис. 6.22. Цветной свет на фасадах жилых зданий (светодизайн — В.В. Воронов): А — дом № 29 на Новом Арбате, 1998 год; Б — «Дом на набережной» с Театром эстрады, 1998 год

А

Б

Рис. 6.23. Цветной свет на фасадах зданий: А — гостиница «Катерина» на Шлюзовой набережной с зеленой крышей (светодизайн — В.В. Воронов), 1999 год; Б — жилые дома на 1-й Тверской-Ямской улице (В.В. Воронов), 1998 год. Полихромное освещение преобразило вечернюю среду в начале улицы

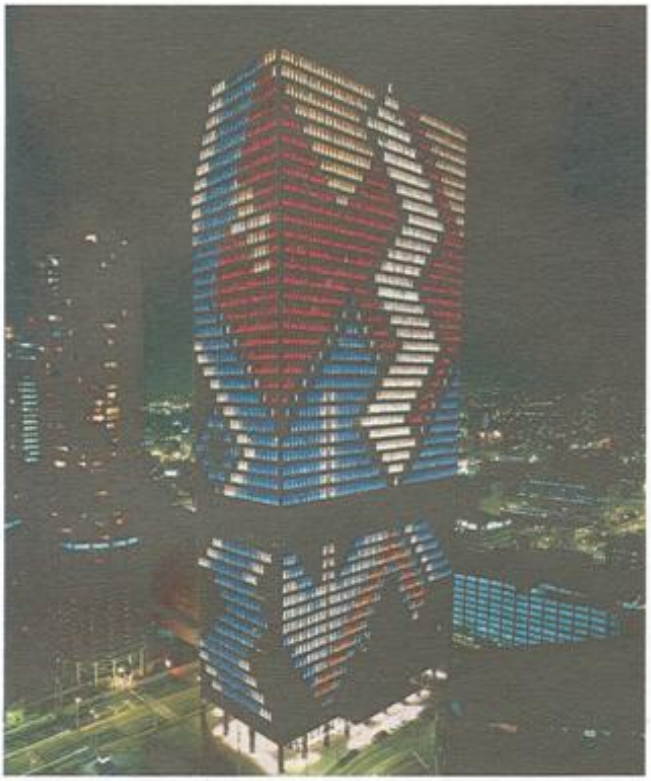
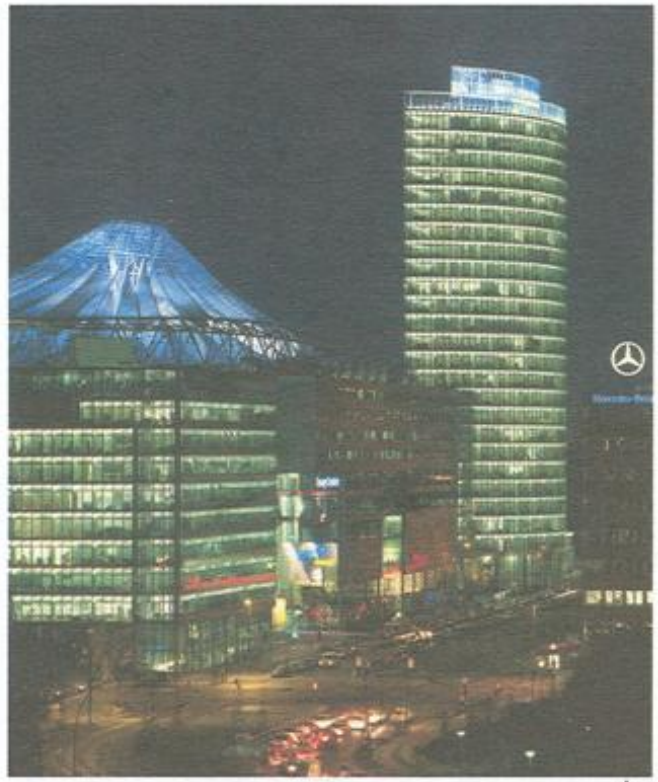


Рис. 6.24. Офисное здание фирмы *IBM* в дни ее 75-летнего юбилея (светодизайн — Д.Д. Муни)

«С. Джонсон и сын» в Расине, штат Висконсин, архит. Ф.Л. Райт, 1936—1949, и др.). Введение разноцветного света в освещение витражей вносит живописность в вечерний облик здания (фирма «Сони» в районе Гинза в Токио, архит. К. Танге, Театральный центр Гудмана в Чикаго — *см. рис. 2.32*). Программируемый рисунок светящихся проемов может иметь тематическое, декоративное, социально-рекламное значение (в нашей ретроспективе — это высотные административные здания и здания СЭВ на проспекте Калинина—Новом Арбате в 1970-е — *см. рис. 24*). Остекленный фасад может ночью превратиться в сияющий цветной ковер, и это уже «световая живопись» на основе приема «светящийся фасад» (административное здание архитектора Мис ван дер Роэ в Чикаго — реализация временного праздничного освещения по случаю юбилея фирмы *IBM* в 1989 году (*рис. 6.24*). Свет способен зрительно дематериализовать целые стеклянные объемы, делая их яркими сгустками энергии, нередко переливающимися цветами радуги (*рис. 6.25, 6.26*). Этот прием радикально изменяет образ дневной архитектуры, растворяющейся как хамелеон в зеркальных отражениях неба и окружения.



А

Б

Рис. 6.25. А — комплекс Сони-центра на Потсдамерплац в Берлине (светодизайн — Я. Керсале), 2000 год; Б — комплекс «Кранцлерек» на улице Курфюрстендамм, 2001 год. Дематериализованная, «растворяющаяся» днем в зеркальных отражениях экстравертная архитектура становится светоизлучающей, невесомой интровертной архитектурой ночью

А Б В Г

Рис. 6.26. Цветодинамический режим освещения здания Почтамта в Бонне (светодизайн — Я. Керсале). 2003 год

А

Б

Рис. 6.27. Светографический рисунок, создающий ночной образ здания: А — музей искусства в Граце, Австрия (светодизайн — *Zumtobel Staff*), 2003 год. Кольцевые люминесцентные лампы образуют световую «чешую», выявляющую сложный объем здания; Б — здание Оперы в Сингапуре (Л. Клер), 2002 год. Силуэт объема прорисован световыми точками, дополняющими интерьерный свет витражей в нижней зоне

Реализация этого приема в существующем здании во многих случаях мало реальна по условиям обслуживания светильников, если помещения арендуются разными юридическими лицами. Она предполагает определенную конструктивную интеграцию системы электрического освещения с элементами материальной структуры здания. Однако есть уже примеры светодинамических систем, в том числе на основе светодиодных светильников, называемых «необслуживаемыми», управляемых централизованно по компьютерной программе, что в течение десятка лет не беспокоит арендаторов.

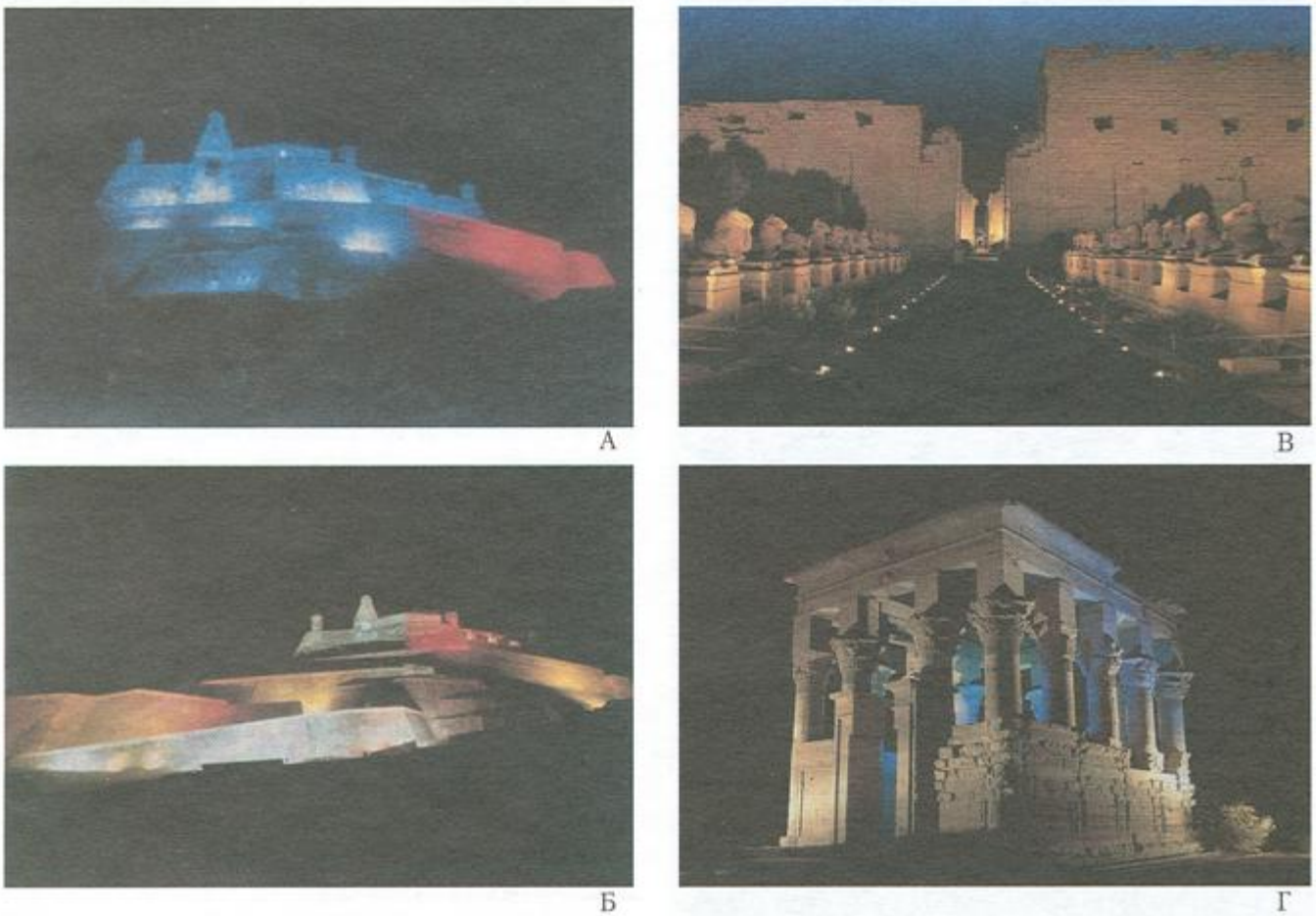
Два приема освещения, которые предназначены исключительно для создания «контробразов» — «световая графика» и «световая живопись» — по природе своей условно-изобразительны, декоративны, атектоничны.

Можно считать, что прием «световая графика» в электрическом освещении в Москве был впервые применен в 1883 году в дни коронации Александра III (*см. п. 2.1*). Следующая крупномасштабная реализация приема «световая графика» была осуществлена в Москве в 1957 году при подготовке к Московскому международному фестивалю молодежи и студентов и 40-летию Октябрьской революции, когда во второй раз в истории древние стены и башни Кремля, а также новые высотные здания и некоторые мосты в центре столицы, были «обтянуты» контурным рисунком световых гирлянд. Этот прием в различных вариациях до настоящего времени широко применяется как временная иллюминация в праздничные дни.

Современные средства более разнообразны: кроме точечных ламп накаливания и компактных люминесцентных ламп в системах «световой графики» применяются линейные разрядные источники света (люминесцентные и газосветные лампы), световые шнуры и сетки (на основе миниатюрных ламп накаливания), полые и стекловолоконные световоды бокового и торцевого свечения, светодиоды, сканирующие лучи лазера. Они могут излучать белый и цветной свет, работать в статическом и динамическом режимах, устанавливаться на фасадах зданий и сооружений, на светоинформационных и светорекламных конструкциях, на скульптурных и малых формах, на деревьях, под водой, встраиваться в дорожные покрытия и в элементы благоустройства в виде светящих точек, пунктиров, линий, образующих тот или иной светографический рисунок (*рис. 6.27, 6.28*). В большинстве случаев этот ри-

А Б В

Рис. 6.28. Фасад здания *PARCO Promotion* в торговом районе *Shibuya* в Токио — светодинамический экран со «световыми посланиями» народу, формируемыми светящими точками (К. Менде). 1995 год



А В Б Г

Рис. 6.29. «Звук и Свет» на знаменитых памятниках архитектуры: А, Б — испанская крепость Фелип Барахас в Картагене, Колумбия, 1968 год; В — древнеегипетский комплекс в Карнаке, 2002 год; Г — храмовый комплекс в Филе, Египет, 2002 год

сунок обладает значительной зрительной активностью благодаря яркости, цветности, светодинамике светящих элементов и автономностью от архитектурной формы (за исключением приема контурного освещения), которая часто используется лишь как фон или конструктивная основа для монтажа осветительных систем. Однако в некоторых случаях прием «световая графика» оказывается, в ряду прочих, наиболее целесообразным по светотехническим условиям, например, при выборе способа освещения полностью остекленного фасада, на фоне которого может быть создана эффективная самосветящая система, не мешающая внутренней жизни здания. Световая графика, осуществляемая сканирующим лучом лазера, — особый, пока дорогостоящий прием,

А

В

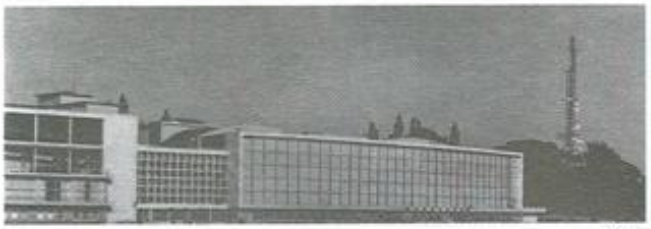
Б

Г

Рис. 6.30. Спектакли «Звук и Свет» в замках на Луаре, Франция, 1990-е годы: А, Б — двор королевского замка Блуа; В — замок Шамбор; Г — замок Азай ле Ридо

используемый, главным образом, в специальных разовых световых шоу (Ж.-М. Жарр, М. Ишии, Х. Ямагато, Г. Хофф) или в театрализованных спектаклях «Звук и Свет» (комплекс пирамид в Гизе) (*рис. 6.29, 6.30*).

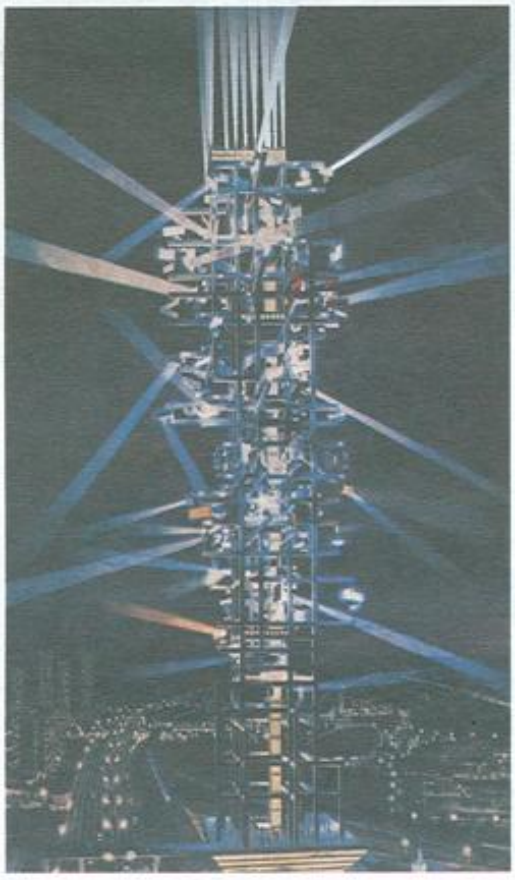
«Световая живопись» реализуется, в основном, проекционным способом и приемом заливающего света. В последние годы в связи с появлением мощной светопроекционной техники, работающей в условиях открытых пространств, множатся эксперименты по проецированию различных цветных, статических или динамических пятен и изображений на фасады зданий, на фрагменты ландшафта, а можно — и на облака. Одним из первых удачных примеров динамической светопроекционной «живописи» начала 1960-х годов был Дворец конгрессов в Льеже, в остекленном интерьере которого свет прожекторов с цветными структурными фильтрами создавал на стенах и потолке светоцветовые абстрактные композиции по программе «Форма и Свет», вечером хорошо просматривавшиеся через огромный витраж с площади и набережных перед Дворцом вместе с отражением в реке Меюзе (творение Н. Шеффера — *рис. 6.31, 6.32*). Известный современный французский светодизайнер Я. Керсале, творчески интерпретируя тему средневековых витражей, проекционным способом создал светопуантелистическую живопись, демонстрируемую в статическом и динамическом режимах (в последнем случае напоминающую общеизвестную «маскарадную» световую «метель») на фасадах готической базилики аббатства Сен-Дени, превратив ее, как говорят парижане, в «хамелеона» (*рис. 6.33*). Этот образ никак не связан с привычным образом готического собора и противоречит всяким представлениям о «световой тектонике», архитектурной светоформе и светопластике — он ассоциативен и откровенно декоративен. Те же цели имеет проецирование разноцветных пятен прожекторного света, а также слайдов с орнаментами, иероглифами, пиктограммами, логотипами, символическими, абстрактными и конкретными цветными изображениями, которое неоднократно осуще-



А

Б

Рис. 6.31. «Форма и Свет» в ансамбле Дворца конгрессов в Льеже (автор — Н. Шеффер), 1960-е годы: А — панорама ансамбля со светодинамической башней с набережной реки Меюзы; Б — фасад Дворца конгрессов во время спектакля



А

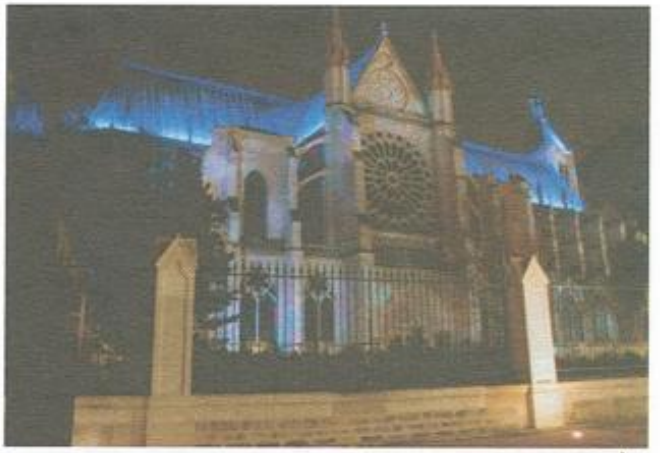
Б

В

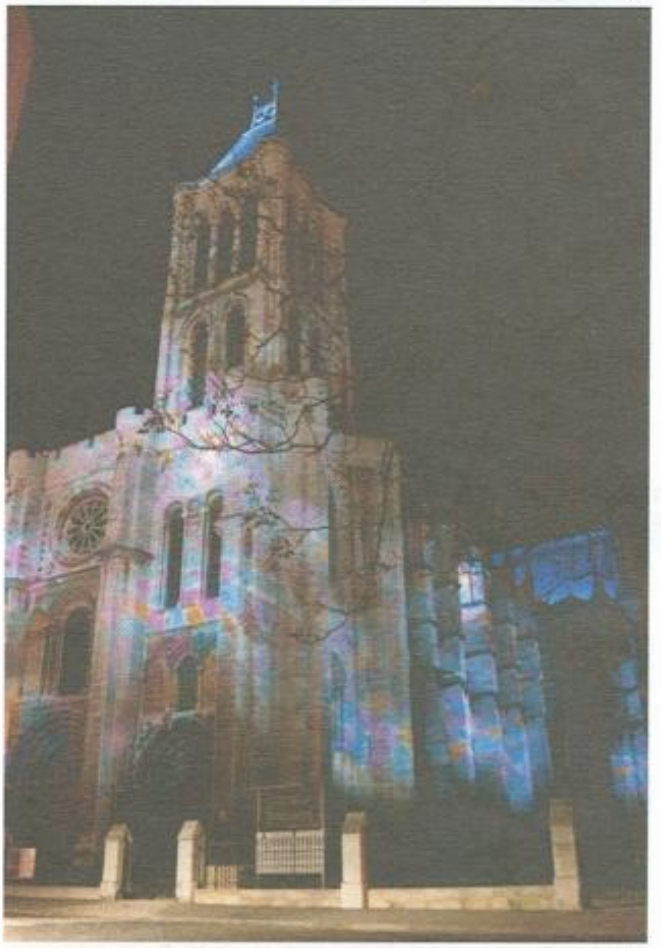
Рис. 6.32. Произведения «кинетического искусства», созданные Шеффером в 1960–1970-е годы: А — общественный центр «кибернетического» города будущего (проект 1950-х годов); Б, В — сценические постановки со светокинетическими башнями и зеркалами

ствлялось на фасадах старой и новой городской застройки, промышленных и портовых строений, инженерных сооружений во многих городах мира. Наиболее эффективно этот прием «работает» во время праздников и фестивалей света. Наиболее впечатляющим в последние годы является «Праздник Света» в Лионе, длящийся несколько дней и привлекающий массу туристов (*рис. 6.34, 6.35*).

Другим техническим вариантом «световой живописи» могут быть фасадные поверхности

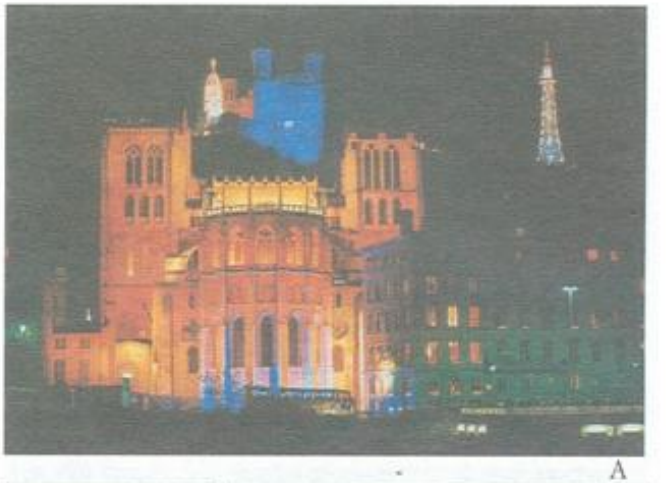


А



Б

Рис. 6.33. Базилика аббатства Сен-Дени XII века — световой проекционно-пуантилистический «хамелеон» на фасадах (светодизайн — Я. Керсале). 1998 год



А

Б

В

Рис. 6.34. Праздники и Фестивали Света в Лионе: А, Б — цветное и цветодинамическое освещение собора в 2001, 2002 и 2004 годах; В — спектакль световых образов и звука «Сияние» на фасаде складов сахара в *Port Rambaud* (светодизайн — О. Ажи). 2002 год

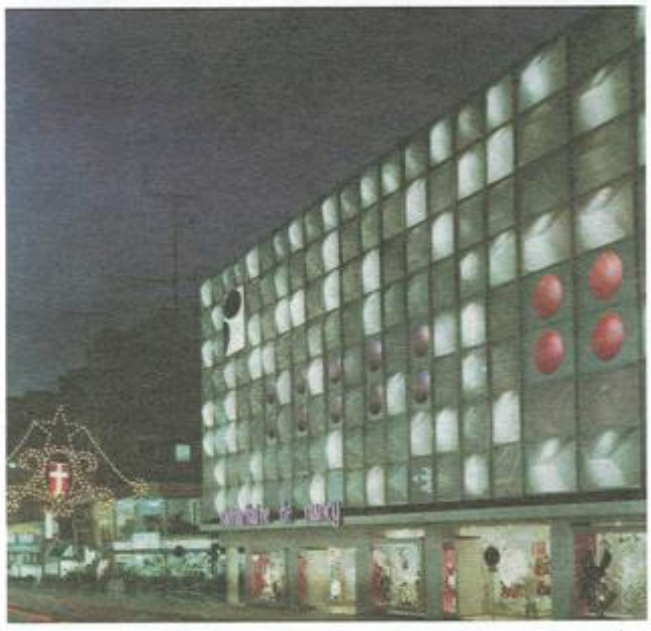
зданий и сооружений, наружный слой которых выполнен по типу светящего подвесного потолка из светорассеивающего материала, подсвечиваемого цветными источниками изнутри, или крупномасштабные светодинамические панно и телеэкраны, на которые транслируются цветные изображения. Аналогом системы первого типа в начале 1970-х годов был фасад универмага «Самаритен» в Нанси, облицованный светорассеивающими панелями из метакрилата, за которыми была смонтирована система их динамической подсветки белым, красным и синим светом в различных сочетаниях (*рис. 6.36*). Системы второго типа, перейдя с ламп накаливания на светодиоды и компьютерные технологии, начинают все ак-

А

Б

В

Рис. 6.35. Фестиваль Света в Лионе: А — спектакль «Отражения» на площади *des Terreaux*, 2002 год (светодизайн — Ж..-М. Кеси и Э. Ришар); Б — светопроекции на фасаде Художественного музея на той же площади, 2002–2005 годы; В — анимационное цветомузыкальное освещение церкви Сан-Низье (О. Шарье). 2002 год



А

Б

Рис. 6.36. Различные технологии создания светящихся фасадов зданий: А — Магазин «Самаритен» в Нанси, 1972 год. Светорассеивающая, фрагментарно подсвеченная облицовка имеет модули с цветодинамикой; Б — *Lentos* — музей современного искусства в Линце, Австрия, 2003 год (светодизайн — *Zumtobel Stäff*). Текст (название музея), нанесенный на стеклянные панели фасада, делает их при внутренней подсветке фактурно-рассеивающими

тивнее переноситься с плоских светорекламных щитов на объемные фасады.

Наиболее полно, комплексно и эффективно все приемы архитектурного освещения на стационарной (не кратковременной, как световые шоу-концерты) основе и современном техническом уровне используются в театрализованных спектаклях «Звук и Свет» на самых знаменитых памятниках архитектуры, истории и культуры в десятках стран мира. Поскольку эти спектакли имеют специфические цели, не целесообразно рассматривать их с точки зрения задач архитектурного освещения объектов массовой городской среды. Но сценографический, композиционный и технический опыт, приемы и средства создания необходимых эмоциональных качеств среды под открытым небом и критерии ее оценки могут быть позаимствованы и из этих впечатляющих театрализованных постановок.

6.4. Светодизайн элементов городского ландшафта

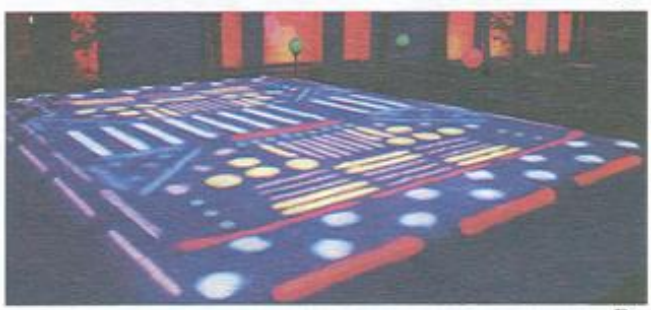
К объектам городского ландшафта, из которых формируются ландшафтно-световые ансамбли, составными элементами входящие в урбанизированные световые архитектурные ансамбли зданий и сооружений, относятся прежде всего собственно природные элементы — поверхность земли или воды — «планшет» любого ансамбля, а также зеленые насаждения — деревья и кустарники, а в городах на активном рельефе — фрагменты этого рельефа: крутые склоны холмов и гор, скальные выступы и обрывы, воспринимаемые и освещаемые как условно вертикальные поверхности — «ограждения» организуемого светопространства. В определенной степени темное небо также может быть природным элементом ландшафтного ансамбля, в особенности если на его фоне светом создаются те или иные светоформы. Городской ландшафт, в первую очередь тот, что «эксплуатируется» вечером, сегодня немыслим и без элементов благоустройства — различных дорожных покрытий, подпорных и ограждающих стенок и лестниц, элементов городского оборудования и малых архитектурных форм, к которым можно «приписать» и произведения садово-паркового и монументально-декоративного искусства, эффективно используемые в формировании ландшафтных ансамблей. Эта третья группа объектов в большинстве случаев составляет «заполнение» ландшафтного пространства.

«Планшет» — горизонтальная основа архитектурного пространства — всегда является так или иначе освещаемым элементом в пределах используемых в темное время суток фрагментов городской среды. Для этого создавались системы функционального освещения транспортных и пешеходных улиц, дорог и площадей, проектируемых на основе норм. В микромасштабе каждого светопространства, например жилого двора, принципы функционального освещения трансформируются в системах освещения цветников, газонов, площадок отдыха невысокими газонными и парапетными светильниками. Освещение «планшета» городских улиц и площадей составляет основу «световой тектоники» города, прочитываемую с высоко расположенных точек наблюдения как его световой генплан. В последние годы появились примеры декоративного освещения «планшета», в частности, по типу «опрокинутое звездное небо» или «световая сеть», соответственно, с нерегулярным или регулярным расположением источников света: в дорожное покрытие или в газоны вмонтируются световые приборы, которые не освещают его, а лишь обозначают плоскость земли световыми точками (или линиями), нередко доставляя в темноте некоторый дискомфорт пешеходам непривычным направлением света снизу. В точечных светильниках используются как традиционные источники света — галогенные или разрядные лампы, так и новейшие светотехнические изделия — стекловолоконные световоды или светодиоды. Световые линии, белые или цветные, обычно создаются линейными светильниками на основе люминесцентных ламп, световодов или светодиодов. В мощение центральной площади Гранд-Мелл-парка в Иокагаме размером 2000 м^2, не имеющей обычных фонарей, вмонтированы 1040 светящих элементов невысокой яркости — солнечных модулей и светодиодных панелей, работающих в динамическом режиме, для создания образа светящегося в темноте моря (*см. рис. 5.48*) [56]. Световая композиция «Битва дракона» на дне осушенного рва под стенами замка в Анжере, созданная К. Тахарой в рамках программы «Сады Света», образным языком изображает мифологический сюжет. Подобные композиции на «планшете» земли вписываются новым разделом в искусство, получившее название *Land Art* (*см. рис. 5.24*). «Площадь фонтана со львами» при входе в парк Ла Виллетт в Париже, также без фонарей, обозначена стандартными точечными подземными светильниками, а площадки, на которых стоят красные парковые павильоны *«Les folies»*, «рас-

кроены» ярко-синими полосами утопленных в бетон люминесцентных светильников, создающих фантастические декоративные эффекты подсветки на деревьях, сооружениях, «мебели» парка (*см. рис. 5.45*). Две по-новому освещенные пешеходные площади в Лондоне — Реджент Плас и Финсбари Авеню — сразу стали достопримечательностью города, не страдающего отсутствием объектов туристического интереса (*см. рис. 5.47*).

А

Б



В

Рис. 6.37. А — Плас де Терро в центре Лиона, 1994 год (светодизайн — «Объединение светотехников»); Б — каток *Icepool* с подледными стекловолоконными световодами бокового свечения в финской Лапландии, 2005 год (светодизайн — Л. Тиллетт); В — светодиодные «ковры» в саду бывшего монастыря на *Largo Grassi*, Милан, 2005 год

Для усиления роли «планшета» в ландшафтной и ландшафтно-световой композиции на плоскости земли иногда создается искусственная гео- и светопластика. Двор *Regent*-офиса в Диборне (штат Мичиган) превращен в полосато-волнистую поверхность из гранита, кирпича и газонов, на которой специальные световые тумбы по заданной программе имитируют движение «солнечных зайчиков». В результате «скульптурный планшет» приобретает главенствующее значение в световом ансамбле комплекса (*см. рис. 5.48*). В других случаях активно используется природная геопластика: на холмистом рельефе участка пивоваренного завода в Энива на острове Хоккайдо создан «Сад Света», в котором расставлены группы подсвеченных изнутри стеклянных призм, образовавших некое подобие «светового оркестра». Его «игрой», т.е. модуляциями света призм и отбрасываемых ими на рельеф отблесков при специальном музыкальном сопровождении, управляет компьютер (*см. рис. 5.46*).

Рельеф нередко вынуждает архитектора устраивать подпорные стенки, ограждения, лестницы, которые по функциональным и художественным соображениям освещаются различными средствами. Традиционные фонари, исторически во многих случаях имевшие скульптурно-монументальные формы при входах на парадные парковые лестницы, все чаще заменяются современными системами встроенного освещения: малогабаритные светильники встраиваются в ступени, перильные ограждения, парапеты, подпорные стенки. Протяженная пешеходная эспланада с Андреевского моста в Нескучный сад впервые в Москве освещена светильниками, скрыто встроенными в ее перильных ограждениях ниже уровня глаз, что создало комфортные условия восприятия открывающегося с нее паркового пейзажа с доминантой — освещенной Шаболовской (Шуховской) радиобашней по оси движения (*см. рис. 5.38*).

В современных световых решениях «планшета» эффектно участвует вода: парадная пешеходная площадь в центре Лиона *Place des Terreaux* каждый вечер «прорастает» семьюдесятью двумя невысокими, подсвеченными фиброоптикой «дышащими» фонтанчиками, между которыми ходят люди, получая необычное впечатление от подобной среды (*рис. 6.37*) [67]. Нетрудно представить «планшет» площади в виде светоцветового ковра, статического или динамического, созданного про-

екционным способом по типу дискотек, что и реализуется, например, во дворах замков Азай-ле-Ридо и Шамбор во время спектаклей «Звук и Свет». В Венгрии появился еще один вид проекционного светового искусства — «Лучевая живопись» (*Raypainting*), покрывающая все окружающее пространство — здания, деревья, землю — широким ковром света и цвета (авторы Д. Беркес и П. Козма) — *рис. 6.38*).

Наконец, «планшет» или его фрагменты сами могут излучать свет, как это происходит на площади Международного форума в Токио, в парадном дворе Пале-Рояль в Париже, в сквере вокзальной площади в Туре, где пешеходная аллея, выполненная из стеклоблоков, является кровлей подземного гаража. Днем она пропускает естественный свет вниз, на стоянки, а вечером светится электрическим светом, идущим из гаража (*рис. 6.39*).

Однако в большинстве пейзажных композиций не «планшет» является главным «действующим лицом» днем и вечером, а ландшафтные «ограждения», прежде всего, деревья и кусты, иногда склоны и скалы. Практикой выработаны рациональные приемы освещения зеленых насаждений в зависимости от формы, рисунка, цвета и прозрачности их крон. Густые кроны деревьев, чтобы выявить их объем, заливают светом с одной или двух сторон, при этом во втором случае более эффектно разноспектральное освещение с разной интенсивностью. Прозрачную крону дерева, а

А

Б

В

Г

Д

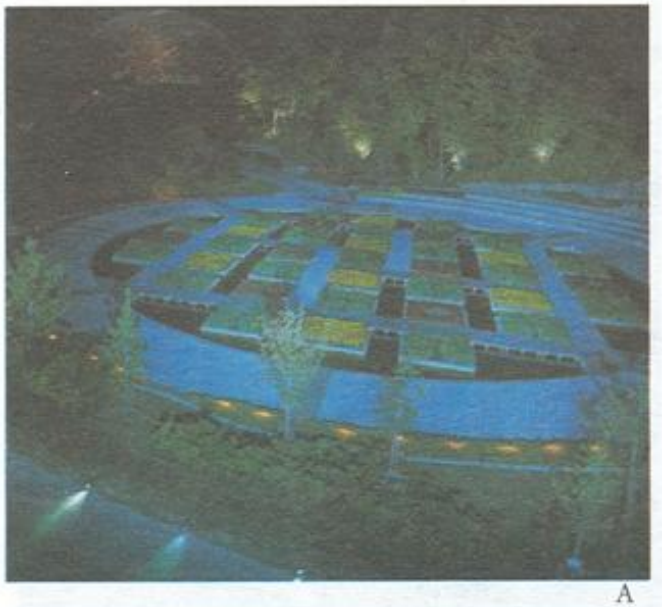
Рис. 6.38. «Лучевая живопись» на объектах окружающей среды (*Dorkandkozma* — Д. Беркес, П. Козма): А–В — Миллениум-Парк в Будапеште, 2004 год; Г, Д — штаб-квартира компании *Matav* в Будапеште, 2004 год

Рис. 6.39. Светящийся «планшет» в пешеходных зонах: А — парадный двор Пале Рояль в Париже с просвечиваемой снизу решеткой мощения — композиция «Два плато» (Д. Бюррен), 1985 год; Б — аллея с мощением из стеклоблоков на кровле подземного гаража в сквере вокзальной площади перед Дворцом Конгрессов (Ж. Нувель) в городе Тур, Франция; В — интерактивная модульная светодиодная система *Dreampanel* на полу

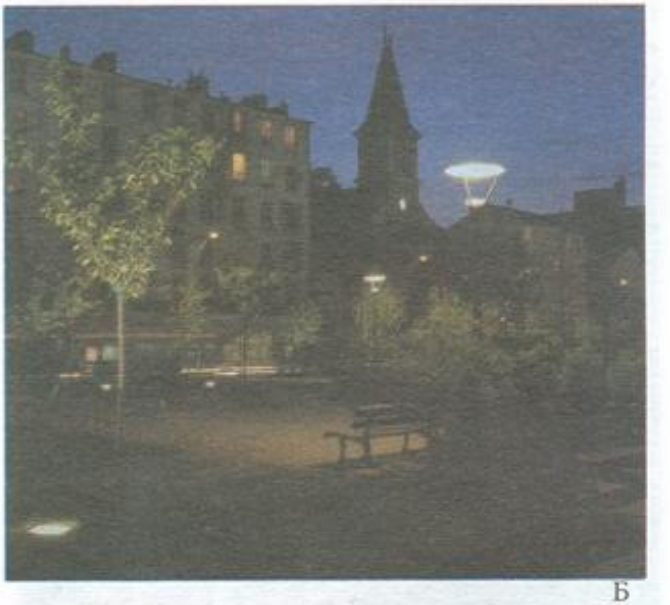
также безлиственные в зимний период кроны «пронизывают» светом снизу, а зеленый куст высвечивают изнутри, что обеспечивает на фоне темного окружения специфически декоративный вид. Пальмы подсвечивают с земли приборами, расположенными близко к стволу, чтобы прорисовать его характерную фактуру скользящим светом, а крону — интенсивным прямым светом снизу. Хроматический свет хорош при смешанных посадках разнородных по цвету деревьев, кустарников и цветников и для усиления сезонного колорита ландшафта. Так, для придания летней листве сочного изумрудного или зеленого оттенков применяют световые приборы с ртутными или зелеными металлогалогенными лампами, а для выявления осенней палитры — светильники с натриевыми или желто-оранжевыми металлогалогенными источниками. Необычный декоративный, «звенящий» вид приобретают листва и хвоя деревьев в синем свете прожекторов. В зимнем пейзаже покрытые снегом ветви хвойных деревьев могут освещаться «холодными» оттенками белого и цветного света, а их стволы — «теплыми». Белизна берез на фоне темного леса может быть подчеркнута подсветкой их стволов с земли, а темные силуэты елей выразительны на освещаемых заснеженных полянах. Кружевной узор легких акварельных цветных теней на снегу от крон безлиственных деревьев нередко образуется стихийно, например, на бульварах и в скверах, где по соседству существует освещение транспортных зон желтым светом натриевых ламп, а пешеходных аллей — бело-зеленоватым светом ртутных (*рис. 6.40, 6.41*).

Другим вариантом природных «ограждений» пространств в городском ландшафте являются элементы рельефа — скального или покрытого растительностью. Будучи освещены, они всегда служат эффектным украшением ночного пейзажа. Наиболее употребителен при этом белый или цветной прожекторный заливающий свет, иногда с применением локальных световых акцентов на естественных или искусственных выступах, полостях и других деталях геопластики. В центре Баку у подножия горы с памятником С.М. Кирову в 1970-е годы в процессе благоустройства участка был раскрыт фрагмент обработанной большими фрезами скалы со струящейся по ней сверху водой, подсвеченной таинственным светом, что придало этому ландшафтному уголку Нагорного парка особую оригинальность и привлекательность (*см. рис. 2.16*). Крупномасштабная или локальная подсветка скальных образований, нередко увенчанных сооруженными на них строениями, осуществлена во многих городах мира (*см. п. 5.3, рис. 5.20—5.22, 6.42*).

Современные световые технологии позволяют создавать в ландшафте фантастические световые образы, наполненные символикой, историзмом или сакральным смыслом. Французский светодизайнер Х. Орта проводит эксперименты со «светодинамической живописью» способом световых проекций на фасады зданий или природный рельеф, осуществляемых мощной «световой пушкой» на расстояния до 1000 м. Площадь проекционно-светового кадра доходит до 5000 м^2. Содержанием этих проекций служит разработанный дизайнером «визуальный алфавит» из различных знаков, почерпнутых из «коллективной памяти» человечества или позаимствованных из доисторических письмен и имеющих поэтический и «пла-



А



Б

В

Рис. 6.40. Пейзажное освещение: А — сады Тоттори в программе «Японские огни» в городе Отсу, префектура Шига, Япония (светодизайн — М. Ишии), 1999 год. «Лунный» свет на цветниках в «Пруду ирисов»; Б, В — световая сценография озеленяемой пешеходной территории на покрытии над магистралью А1 в Сен-Дени в Париже (светодизайн — Л. Фашар), 1998 год. Благоустроенный участок площадью 14 га (2,1 км длиной) имеет функциональное (торшеры) и декоративное (подземные световые приборы) освещение

нетарный» характер. Например, в 1992 году Орта осуществил постановочное освещение с символическими светопроекционными знаками на руинах Мачу-Пикчу, цитадели империи инков в Перуанских Кордильерах в память 500-летия ее гибели (*рис. 6.43*). Аналогичные демонстрации были осуществлены им на фасадах застройки Большого канала в Венеции в ходе Биеннале 1995 года, в кратере вулкана Азо в Японии, на стенах Шартрского готического собора в год его 800-летия. Светодизайнер М. Ишии экспериментирует со сканирующими лазерными лучами на земле «Священного сада» *Shiga* в Японии, рисуя различные узоры на земле и на облаках (*рис. 6.44*).

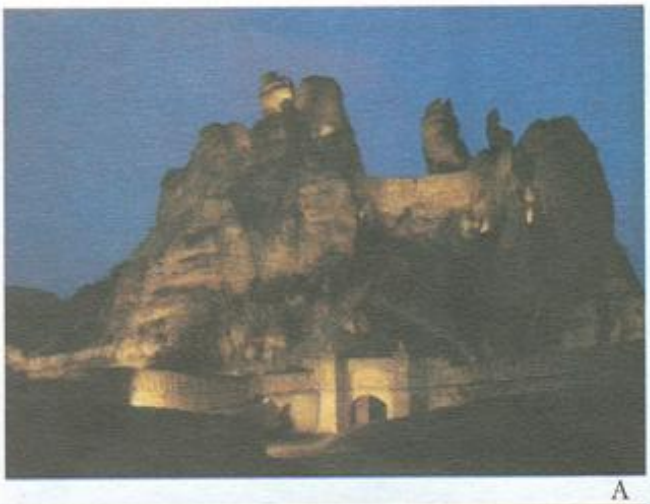
Во многих ландшафтных композициях важную, а иногда доминантную роль, выполняют элементы «заполнения» организованного человеком и природой пространства. Существующая днем композиционная иерархия элементов ансамбля может

А

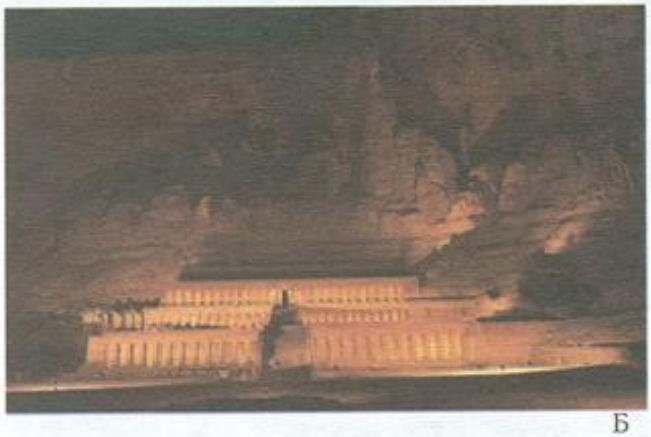
Б

В

Рис. 6.41. Декоративное освещение элементов пейзажа: А — автостоянка среди менгиров в Англии; Б — парк де Гаренн около Анжера, Франция (светодизайн — О. Шарье), 2000-е годы; В — ночная панорама «Цветного сада» в парке Жерлан в Лионе (Л. Фашар). 2001 год



А



Б

Рис. 6.42. Декоративное освещение господствующих пейзажных и архитектурных объектов: А — Белоградчишские скалы и крепость в Болгарии, 1980-е годы; Б — храм царицы Хатшепсут в Египте, конец 1990-х годов

А

Б

Рис. 6.43. «Светодинамическая живопись» в экзотическом пейзаже — световые проекции на руинах крепости инков Мачу-Пикчу в Перу (А) и в кратере потухшего вулкана Азо в Японии (светодизайн — Х. Орта), 1990-е годы

быть усилена, сохранена или изменена освещением в темное время суток. Например, в стандартных ситуациях малозаметные под сенью парка фонари утилитарного освещения становятся вечером фокусными центрами зрительного внимания, поскольку не видно других, визуально более активных и содержательно более важных элементов. Чтобы сохранить свойственную дневному пейзажу привлекательность и эстетическую ценность, необходимо создавать декоративно-световые композиции с тем или иным участием горизонтальных и вертикальных соответственно освещенных поверхностей с тем или иным «наполнением» светом самого пространства. О значимости «планшета» и «ограждений» в нем сказано выше. В роли элемента «заполнения» может выступать любой природный или искусственно созданный объект, стоящий на «планшете» на фоне «ограждения» и «омываемый» темным или освещаемым пространством — дерево, валун, скульптура, скамья, киоск, фонтан, информационный стенд, фонарь и т.п. (*рис. 6.45*).

Исторически так сложилось, что первой и, в большинстве случаев, единственной сегодня задачей освещения ландшафтных объектов, предусмотренной нормами и всегда так или иначе реализуемой на практике, является функциональное освещение используемых вечером пространств — аллей, дорог, площадок, при котором с определенной интенсивностью и равномерностью освещается только «планшет», а «ограждения» и «заполнение» имеют случайную и минимальную засветку. Поскольку в основе функционального освещения не лежат художественные требования, задачи выбора цветности света, распределения световых потоков, соотношений фотометрических параметров (горизонтальной и цилиндрической освещен-

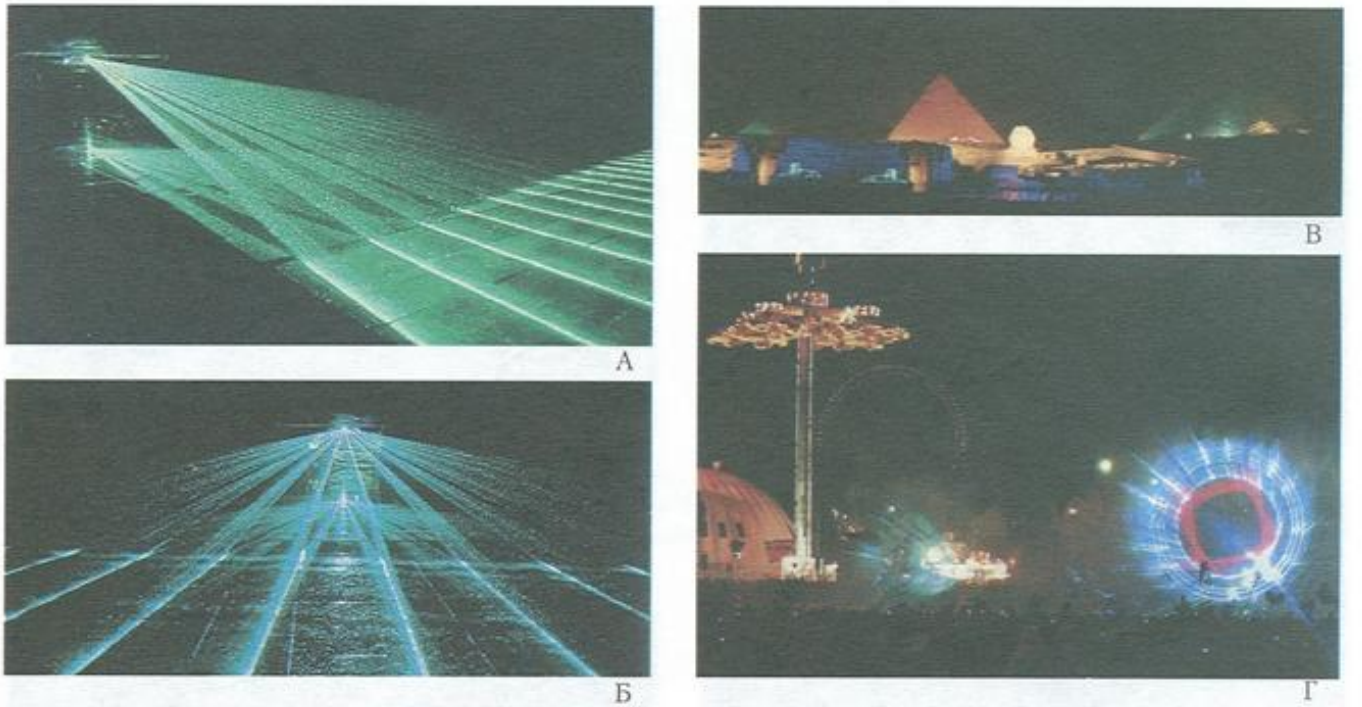


Рис. 6.44. Временные и стационарные лазерные установки: А, Б — лазерные лучи на земле «Священного сада» Шига в Японии (светодизайн — М. Ишии), 1990-е годы; В — лазерные рисунки в спектакле «Звук и Свет» на объектах комплекса Пирамид в Гизе, Каир, 1997 год; Г — первый российский фестиваль лазерных шоу в ЦПКиО им. Горького в Москве, 2004 год

ностей, яркостей «планшета», «ограждений» и элементов «заполнения») обычно не решаются.

Переход к современным стандартам в этой области неизбежно связан с расширением критериального аппарата оценок и усложнением проектно-расчетных технологий. Концептуальная модель светопространственной структуры городской среды может служить основой такого перехода. В частности, выбор фотометрических параметров и светотехнических средств для освещения «планшета», «ограждений» и «заполнения» может **сохранить присущий им в дневных условиях порядок соподчинения или радикально изменить его**, отдавая приоритет в визуальной активности одному или двум из трех «действующих лиц» при учете того, что весьма активное (в солнечную погоду) дневное облачно-голубое небо превращается в нейтральный, объединяющий темный фон.

В художественном освещении элементов «заполнения» пространств ландшафтных ансамблей используются те же приемы и технические средства, что и в архитектурном освещении объектов городской застройки. Однако создаваемые световые образы в ландшафте носят более декоративный характер, чем в застройке, за исключением случаев освещения скульптурных композиций с изображениями реальных исторических персонажей, где традиционно при выборе системы освещения требуется обеспечить портретное сходство, не допуская существенного искажения выражения лица скульптуры, т.е. выдержать определенное направление световых потоков. На практике это обычно трудновыполнимое требование, поэтому можно говорить лишь об относительном, ассоциативном подобии вечернего светового и дневного образов скульптуры в некоторых ситуациях (тем более, что и днем она выглядит по-разному в пасмурный и солнечный день, при высоком и низком солнце, зимой и летом, утром, днем и вечером). Напротив, специальное «драматизированное» освещение мемориальных объектов, расположенных в ландшафтных условиях, может усилить их эмоционально-тематическое и художественное воздействие, достигаемое введением цветного света, светодинамики (даже фрагментарной и произвольной, например, в виде «вечного» огня), оригинальной светомоделировки скульптурных, архитектурных и природных форм, составляющих мемориальный ансамбль. Вопросам такого освещения уделялось большее или меньшее внимание при создании мемориальных комплексов в Брест-

А Б

Рис. 6.45. Освещенный или светящий объект создает окружающее его светопространство: А — освещенный фонтан; Б — светоформа в центре площади

ской крепости, на Мамаевом кургане в Волгограде, в Парке Победы на Поклонной горе в Москве и в таких ранее сформированных ансамблях как Марсово поле в Ленинграде и др. (*рис. 6.46*).

Художественное освещение существующих памятников обычно имеет очень ограниченные возможности по условиям установки световых приборов из-за трудностей, связанных с прокладкой кабелей в реальной ситуации с деревьями, мощением, удаленностью точек подключения. Здесь нередко можно использовать всего лишь два средства — двухстороннее освещение с разными интенсивностью и цветностью света. В таких случаях, если это темные бронзовые скульптуры, чтобы подчеркнуть цвет бронзы, а также выделить памятник по цветовому контрасту из окружающего желтого марева уличного освещения, можно направить основной «рисующий» пучок холодно-белого света прожекторов с металлогалогенными лампами в расчете на главные точки восприятия, а вспомогательная, менее интенсивная подсветка с другой стороны, для лучшего выявления объемности фигуры, осуществляется приборами с натриевыми лампами желтого света. Так проектировалось освещение памятников А.С. Пушкину, А.В. Суворову, В.В. Маяковскому, Ф. Энгельсу, И.Е. Репину, М.Ю. Лермонтову, И. Федорову и др. в конце 1990-х годов в Москве в процессе реконструкции вышедших из строя старых осветительных установок (*рис. 6.47*). Для освещения аллегорических фигур, олицетворяющих планеты солнечной системы на аллее Московского планетария, был использован более декоративный прием «рамповой» подсветки приборами, заглубленными в землю (*рис. 6.48*). Небольшой памятник из красного гранита в сквере парадного двора института студентам, преподавателям и сотрудникам МАрхИ, погибшим на фронтах Великой Отечественной войны, подсвечен пурпурным светом (*«magenta» — рис. 6.49*). Для освещения известного памятника первому спутнику и покорению космоса на пр. Мира, облицованного на всю 100-метровую высоту листами полированного титана, предложен необычный вариант создания в воз-

А Б

Рис. 6.46. Объекты мемориальной архитектуры и монументального искусства: А — мемориальный комплекс «Мамаев курган» в Волгограде; реконструированная в 2003 году система освещения (ООО «Промсвет», «Филипс», «ВНИСИ»); Б — монумент в честь освобождения Риги от немецко-фашистских захватчиков. 1985 год

А Б

Рис. 6.47. Памятник студентам МАДИ, погибшим в годы Великой Отечественной войны, перед фасадом института (А), 1998 год, и памятник М.Ю. Лермонтову в сквере на Лермонтовской площади, 1997 год (светодизайн обоих — Н.И. Щепетков)

духе трехмерного монументально-космического «светового обрамления» памятника лучами зенитных прожекторов, поскольку традиционный заливающий свет неэффективен для зеркальной поверхности. Освещение некоторых монументов последних лет разрабатывается в процессе их проектирования, поэтому появляется возможность устройства более органичного встроенного освещения и получения более образных световых решений. Памятник воинам внутренних войск, погибшим при исполнении служебного долга в «горячих» точках планеты в сквере на Краснокурсантском проезде, монумент странам-участницам антигитлеровской коалиции на Поклонной горе, аллегорическая скульптура Славы в честь 60-летия Победы в Великой Отечественной войне в парке префектуры САО в Москве освещены приемами разноспектрального заливающего и локального света, объединяющего монумент и его пейзажное окружение (*рис. 6.50*). Цветной свет несет при этом символическую нагрузку: борьба добра и зла на стеле с барельефом памятника воинам внутренних войск (свет золотистый и пурпурный), отблеск пройденных пожарищ войны за фигурами солдат стран-победителей (желтая подсветка их с земли) и мирная эмблема ООН (голубой цвет), венчающая обелиск на Поклонной горе, зеленый и синий свет как символ мирной жизни на деревьях, окружающих эти монументы.

В ретроспективном же плане в отечественной практике мало примеров, когда световые приборы встраивались в монументы, становясь органичным элементом их материальной структуры (Фрунзе, Рига, Москва — *см. рис. 2.21*).

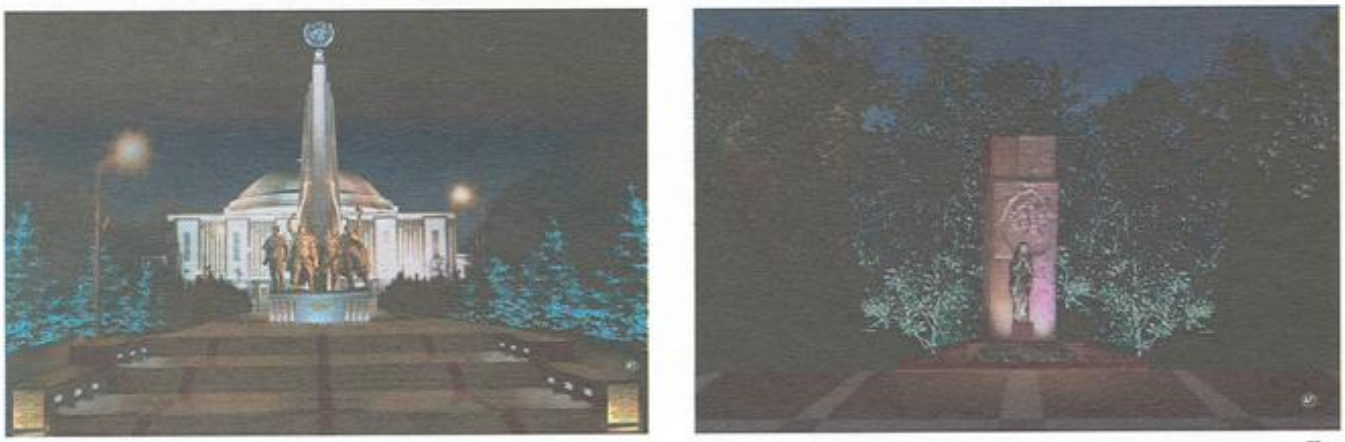
Многие «заполнители» ландшафтных пространств могут и уже стали «светонесущими» —

А Б

Рис. 6.48. Памятник В.С. Высоцкому на Страстном бульваре (А) и аллея Московского планетария (Б) (светодизайн обоих — Н.И. Щепетков). 1997 год

А Б

Рис. 6.49. Памятник А. Рублеву в сквере перед входом в Спасо-Андроников монастырь (А), 1995 год, памятник студентам и сотрудникам Московского архитектурного института в парадном дворе МАрхИ (Б) (светодизайн обоих — Н.И. Щепетков). 1999 год

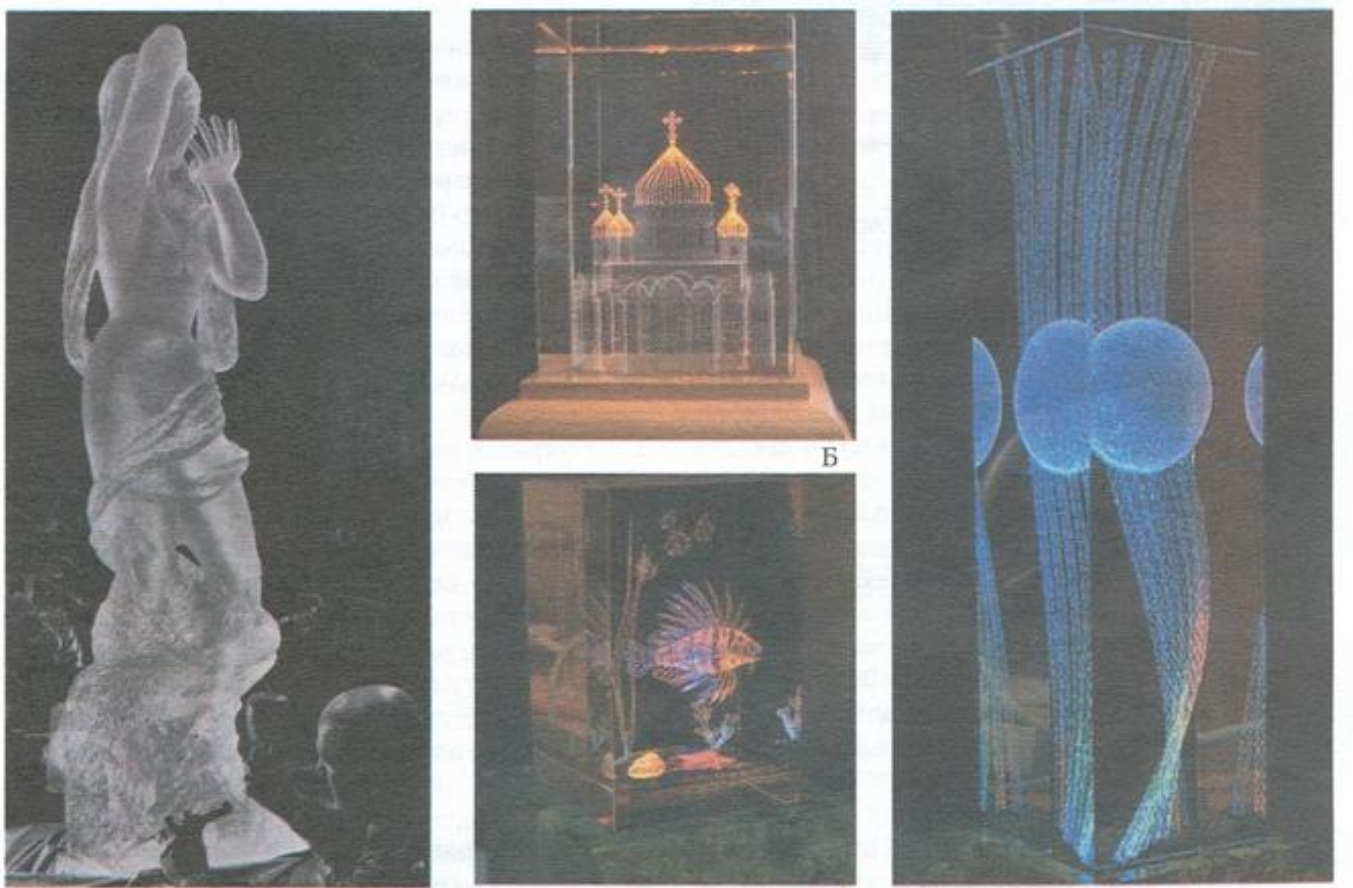


А Б

Рис. 6.50. Проекты разноспектрального архитектурного освещения памятников (светодизайн — Н.И. Щепетков, А.В. Титова): А — странам антигитлеровской коалиции на Поклонной горе в Москве, 2005 год; Б — воинам внутренних войск в сквере по Краснокурсантскому проезду. 2002 год

подсвечиваемые фонтаны, функционирующие киоски, светоинформационые установки, скульптурные светоформы, в которых свет становится в вечернее время их второй, равнозначной функцией. Световые приборы встраиваются в разделительные тумбы и парковые скамьи (парк Ля Виллетт и др. — *см. рис. 5.45, 5.47*), в навесы над транспортными остановками и летними кафе, в ротонды и беседки для настольных игр и отдыха. В перспективе почти вся используемая вечером стационарная «городская мебель» должна стать «светонесущей». Этому благоприятствуют тенденции развития осветительной техники в направлении миниатюризации, эффективности и безопасности осветительных приборов на основе новых технологий — фиброоптики, светодиодов, энергоэффективных источников света и автономного питания в виде аккумуляторов солнечной энергии. Такие изделия уже появились и используются, в основном, в частном секторе.

Многие потенциальные возможности современных светотехнических материалов в ландшафтной архитектуре в значительной степени еще не реализованы. Например, могут более широко использоваться садовые скульптуры из блоков стекла, в том числе цветного, с различной обработкой его поверхностей, обеспечивающей эффектно-декоративное отражение, преломление и разложение света как днем, так и ночью. Появились современные компьютерно-лазерные технологии «выжигания» любых по рисунку трехмерных изображений, в частности, в виде моделей архитектурных сооружений, скульптур, растений, фигур животных и людей внутри этих стеклянных блоков и цветного, в том числе динамического, анимационного их освещения, что можно отнести к приемам «плоскостная или трехмерная (стереоскопическая) световая графика» и «световая живопись» (*рис. 6.51*). Некой сезонной аналогией или прототипом таких скульптур являются чрез-



А Б В Г

Рис. 6.51. Скульптура из стекла «Жена Лота» (автор — Д. Флейшман) в голландском парке в Лондоне, 1957 год, в изменяющемся свете дня и при ночной подсветке выглядела всегда по-разному декоративно (А); образцы трехмерной «лазерной графики и живописи» внутри монолитных стеклянных блоков (Б—Г) (А.И. Долгушин, НПП «Опекс»). 2005 год

А

Б

Рис. 6.52. Цветные светящиеся объекты из льда и снега: А — *Ice Hotel* в шведской Лапландии, светящийся в полярной ночи, 2005 год; Б — светоцветодинамика на снежно-ледяном сооружении из новогоднего парка «Семь чудес света» в Астане, 2002 год

вычайно популярные в Северном Китае и Японии и все более распространяющиеся у нас и в Европе ледовые скульптуры и городки, освещаемые цветным динамическим светом и представляющие собой фантастически праздничные зрелища. А в шведской Лапландии с 1991 года ежегодно в декабре строится *Ice Hotel* из снега и льда, в структуре которого господствует «скандинавский» цветной динамический свет (*рис. 6.52*). Более элементарные по средствам декоративные стенки из синих стеклоблоков украшают площадь Тебодьер в Сан-Эрблен и в других городах Франции и Европы. Могли бы быть созданы сады голографических скульптур, где выдвинутая в 1970-е годы идея — заменить ценнейшие произведения ваятелей, подвергающиеся губительному влиянию загрязненной городской атмосферы, их голографическими копиями — может быть интерпретирована более широко. Постоянные или временные экспозиции голограмм с шедеврами мировой скульптуры, воспринимаемыми как украшение пейзажа при солнечном и искусственном освещении, могли бы украсить не только центральные площади, парки, бульвары, скверы, но и многие жилые дворы.

Современные тенденции в развитии социокультурной сферы, в экологическом движении повышают роль ландшафтной архитектуры в городе, тем более в вечерние часы досуга при качественном художественном освещении, способном опоэтизировать любой пейзаж, внести определенное настроение, благоприятную эмоциональную окраску, которых так недостает в окружающей городской среде.

6.5. Дизайн элементов осветительных систем

При проектировании осветительных установок выбор световых приборов, как и приемов и средств освещения, по функциональным и художественным соображениям целесообразно подчинить определенному принципу:

• **открытое расположение** приборов, установочных конструкций и электротехнических изделий, когда они являются видимыми элементами архитектурного ансамбля или объекта, а их конструктивное решение должно получить соответствующую художественную трактовку;

• **скрытое расположение** средств освещения или возможно более нейтральное по отношению к окружению решение конструктивных элементов осветительной установки с целью концентрации внимания наблюдателя на освещаемых объектах и деталях и получения эффекта неожиданности, нерасшифрованности, непривычности светового решения.

Открытое расположение осветительных приборов и несущих их конструктивных элементов — опор, кронштейнов, подвесов — является традиционным и массовым, особенно в установках функционального освещения. В системах архитектурного освещения существующих зданий и сооружений открытое расположение прожекторов и светильников сегодня также преобладает, хотя в большинстве случаев это вынужденное решение. В дневное время многие открытые системы функционального, архитектурного и светоинформационного освещения играют в городской среде активную или пассивную, иногда нежелательную, диссонансную роль малых форм и дизайнерских элементов ритмического членения пространств, пластического и цветового декора поверхностей объектов. В этих случаях важное значение имеют дизайн (стиль), размер, количество и расположе-

ние осветительных приборов и установочных конструктивных элементов. Для исторической застройки, а нередко и в современной среде, используются ретро-стилевые дизайнерские решения. Кроме того, многие фирмы выпускают все более широкий ассортимент светотехнических изделий современного по стилю дизайна различных направлений и оттенков.

По характеру конструктивно-художественного решения, выполняемым функциям и композиционной роли, которую играют осветительные устройства в городской среде, можно выделить четыре группы установок или типа систем освещения:

• **«традиционные» (функциональные, серийные) светильники (фонари) на опорах, подвесах, кронштейнах**, не претендующие на заметную композиционную роль в ансамбле, основное назначение которых — освещать территорию и пространство;

• **«светильники-скульптуры», имеющие две равнозначные функции для дня и ночи — освещать окружающую среду ночью и быть масштабным, декоративным элементом, малой формой в архитектурном ансамбле**;

• **светящие малые формы** — автономные рекламно-информационные установки, различные киоски, парковые ротонды, торговые палатки и мини-кафе, фонтаны, **свет которых для окружения является их вторичной, сопутствующей функцией**;

• **светящие элементы архитектуры** — это, как правило, встроенные в остекленные проемы, силуэтные объемы (стеклянные купола, башни и т.п.) и фасадные поверхности или размещенные на них световые приборы, скрытые и ставшие частью их материальной структуры или представленные как **декоративно-пластические формы, витражи и витрины, информационные и рекламные вывески на фасадах, подсвеченные своды, арки и входы в здания**.

Архетипами традиционных светильников можно считать фитильные уличные фонари, т.е. светильники на опорах в пространстве улиц и площадей, свечи и лампады на фасадах, существующие ныне в виде бра.

Масштаб уличных фонарей, определявшийся ранее малой эффективностью пламенных источников света, в транспортных зонах постепенно укрупнялся с появлением все более мощных электрических ламп и дошел сегодня до высокомачтовых установок, а в пешеходных зонах остался «привязанным» к габаритам и восприятию человека (*см. рис. 3.1*). Дизайн светильников исторически развивался в русле общестилистических направлений в архитектуре и декоративно-прикладном искусстве. При замене керосиновых и газовых фонарей на электрические в пешеходных зонах на рубеже XIX—XX веков использовались или повторялись старые конструктивно-дизайнерские формы. Они и сегодня составляют основу ретростилей парковых фонарей.

Дизайн электрических светильников в транспортных зонах формировался под прессом утилитарной целесообразности и энергетической эффективности, когда главной задачей становится не «классическая» красота внешней формы, а максимальная светоотдача и рациональное светораспределение, обеспечиваемое оптической системой светильника. В СССР на государственном уровне в 1960-е годы принимались постановления по ограничению световых потерь из-за неразумного светораспределения уличных светильников, при котором до половины светового потока уходит в верхнюю полусферу, в Космос, создавая перерасход электроэнергии, дискомфорт для жителей верхних этажей домов и, как сегодня это называют экологи, «световое загрязнение атмосферы». Расширяющееся в наши дни использование в пешеходных зонах торшеров с венчающими прозрачными или светорассеивающими шарами, кубами, призмами повторяет исторические ошибки в этой области. В московских «Нормах и правилах проектирования комплексного благоустройства на территории города Москвы» (МГСН 1.02-02, раздел «Освещение и осветительное оборудование») введены ограничения на применение подобных светильников.

В разработке стиля уличных светильников принимали и сегодня принимают участие многие известные зарубежные архитекторы и дизайнеры, что явно ощущается по состоянию систем функционального освещения в западных городах, выгодно отличающихся от «антидизайна» уличных светильников в большинстве городов нашей страны. Сегодня активно работают в этой области Ф. Старк (парк Ля Виллетт в Париже, площадь Ж. Помпиду в городе Сан-Кантэн-ан-Ивелин), Р. Нарбони (аллея Пятидесяти заложников в Нанте, бульвар Ришар-Ленуар в Париже, цитадель в Бруаже), П. Бидо (аллея Генерала Кенига в Каене, площадь Республики в Лионе, вокзальная площадь в Туре), Ж-М. Вильмотт (Елисейские поля в Париже, улицы в Лионе), Р. де

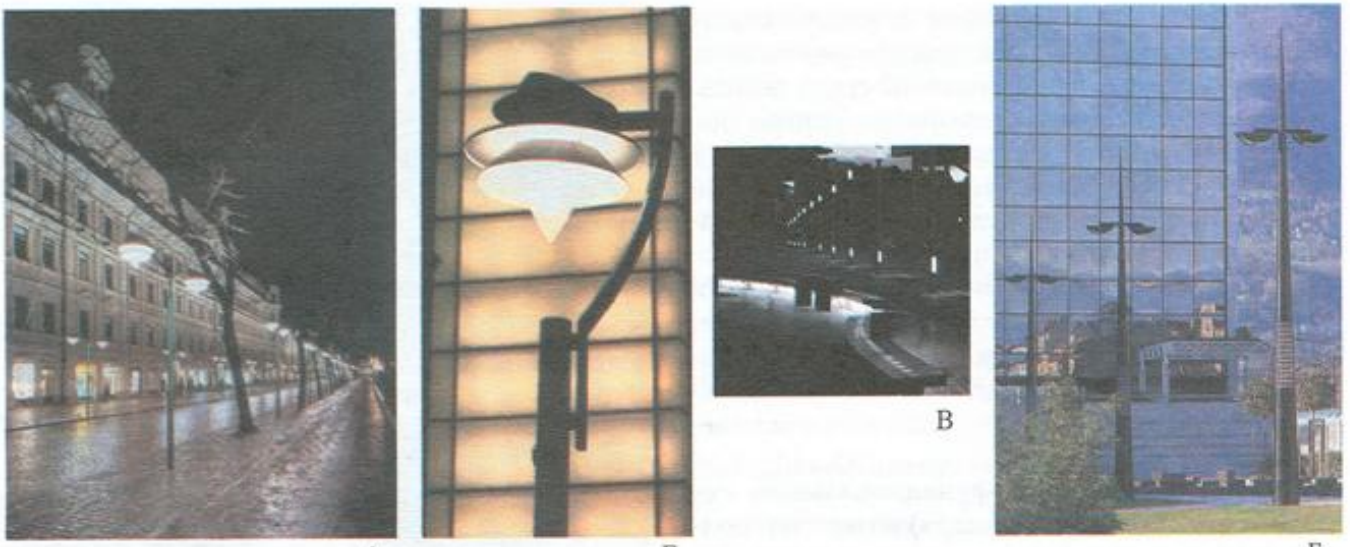


Рис. 6.53. Уличные светильники современного дизайна: А, Б — торшеры «двойного света» на улице Эспланада в Хельсинки, освещающие пешеходное пространство и подсвечивающие фасады зданий и кроны деревьев (светодизайн — Р. де Алесси). 2000 год; В — торшеры в парке Ла Виллетт в Париже (Ф. Старк); Г — уличные светильники в Европоле, Гренобль (Я. Керсале). 1992 год

Алесси (улица «Эспланада» в Хельсинки) и др. Ведущий французский светодизайнер Я. Керсале создал оригинальные уличные осветительные установки на новом вантовом мосту в Нормандии и в ансамбле площади Р. Шуманна в Гренобле, на трассе Евротуннеля в Кале и в Европейском торговом центре, на улицах и площадях Шербурга, Евролилля и Дижона (*рис. 6.53*) [67].

На базе новейших технологий и материалов появляются принципиально новые решения светильников и их оптических систем. Традиционная система прямого верхнего света, направленного на дорожное полотно, или рассеянного в пределах сферы или ее части, в пешеходных зонах трансформируется в комбинированную систему с точечным светильником вверху, обеспечивающим необходимую горизонтальную освещенность, и вертикальным светящим элементом («световой колонной») в теле опоры, создающими необходимую освещенность и светомоделировку на лицах и фигурах людей, т.е. на вертикальных поверхностях. В них используются различные оптические системы, в том числе полые и клиновидные световоды (*см. рис. 33*). Все более модными становятся светильники отраженного света с использованием эффективных разрядных источников, как правило, белого света (*рис. 6.54*). Они формируют более комфортные условия ви́дения, более антивандальны и способствуют поиску новых дизайнерских решений. Светильники в ряде случаев следуют принципам «органической архитектуры» — они меняют свою форму и геометрию в дневное и ночное время. В Венсенском лесу в Париже еще в 1970-е годы для освещения большого цветника в его центре был поставлен торшер, который гидравлической системой опускался днем в шахту и не был виден. Я. Керсале разработал проект светового торшера «Пальма», который раскрывал свой четырехлопастной венчик («корону») вечером и закрывал его днем. Ф. Старк создал на фирме *JCDecaux* уличный светильник «Турнесоль» оригинального вида с поворотным кронштейном, установленный на площади Ж. Помпиду в Сан-Катэн-ан-Ивелин. В дневное время он воспринимается как вертикальный пилон высотой 11,5 м, вечером как девятиметровый консольный светильник прямого света (разработаны также варианты высотой, соответственно, 6 и 12 м) (*рис. 6.55*).

Все более заметное место в светопанорамах городов, транспортных узлов, аэропортов, спортивных комплексов занимают высокомачтовые осветительные установки, дизайн которых, индивидуальный или серийный, имеет немаловажное значение и для их дневного облика (*см. рис. 3.1*).

Из истории известно, что всегда существовало стремление архитекторов, художников, известных и неизвестных мастеров прикладного искусства, дизайнеров придать скульптурные, художественные качества прежде всего «штучным» осветительным установкам, которые являются принад-

А

Б

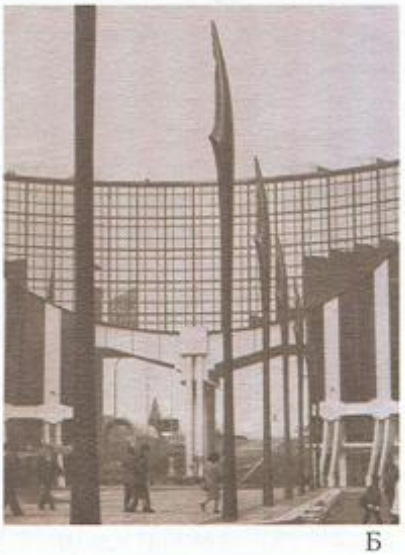
В

Г

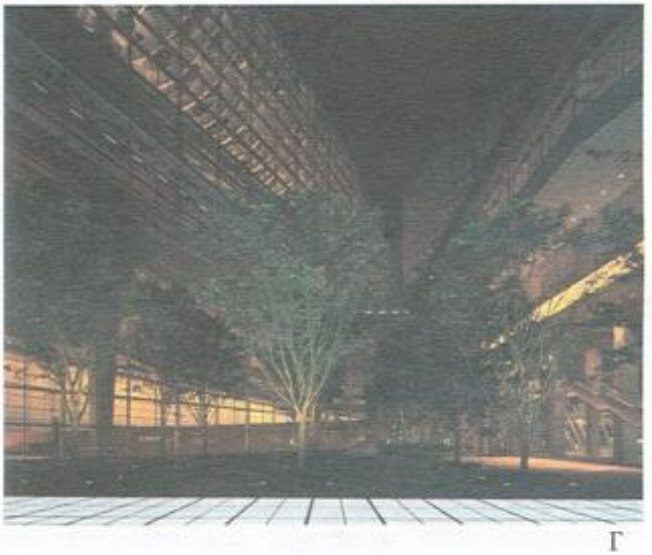
Рис. 6.54. Современные торшеры отраженного света: А — Фестивальная площадь в Оттаве, Канада, окруженная «стеной» света торшеров оригинального дизайна (светодизайн — Ф. Габриэл), 1990-е годы; Б — светильники фирмы ВНИСИ-ШРЕДЕР; В — светильники фирмы *iGUZZINI*; Г — торшеры рассеянного и отраженного света в пешеходных зонах ЭКСПО-67 в Монреале

А

В



Б



Г

Рис. 6.55. Новые типы уличных светильников и приемов освещения: А, Б — торшер «Турнесоль» на площади Помпиду в Сан-Катен-ан-Ивелин, Франция, 1992 год (светодизайн — Ф. Старк); В — проект светильника «Пальма» (Я. Керсале); Г — светящий тротуар в комплексе Международного форума в Токио, 1996 год

А

Б

В

Рис. 6.56. Фонари-скульптуры в стилях «ретро» на улицах городов: А — Севилья; Б — мост Александра III в Париже; В — Прага

лежностью лишь одного, уникального ансамбля или объекта — площади, здания, моста, памятника — и играют роль самоценных выразительных «заполнителей» или акцентов архитектурного пространства. Для них выбирались дорогие материалы — гранит, оникс, бронза с позолотой, тонкое чугунное литье и т.п. и усложненные формы, традиционно рассчитанные на восприятие главным образом при дневном свете, поскольку пламенные источники были маломощны, а внешние формы таких светильников по законам зрительного восприятия плохо прочитывались в темноте как раньше, так и сейчас при более интенсивных, нередко слепящих электрических источниках. Иными словами, днем в этих «фонарях-скульптурах» доминировала функция скульптуры, вечером — элементарного фонаря. Такие скульптурные фонари украшают мосты и площади Петербурга, Парижа, Мадрида, Лондона, Праги и других исторических городов, органично входят составными элементами в композиции монументов и мемориалов (*рис. 6.56, 6.57*).

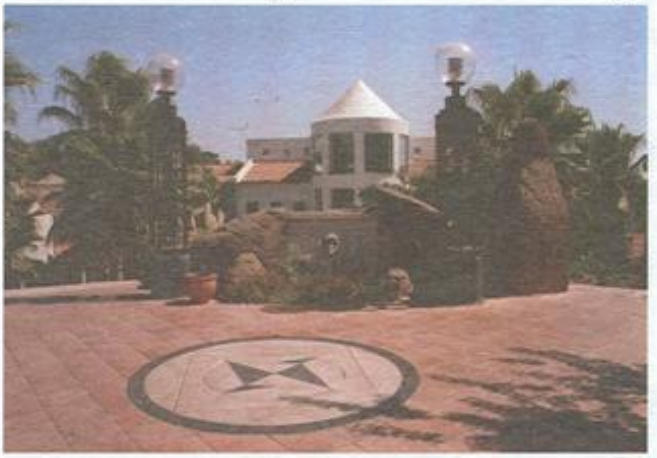
Современной тенденцией в этой области, использующей приемы оп-арта и хай-тека, авангардной скульптуры и абстрактного искусства, постмодерна и деконструктивизма, является создание конструктивных и декоративно-пластических форм, в которые встраиваются приборы для освещения, в основном, пешеходных пространств. Элементарной формой при этом служат разнообразные пилоны и колонны, более сложными — пространственные конструкции-скульптуры, доминирующие на площадях и в парках. Можно говорить о рождении в русле этого направления некоего гибрида, новой, современной разновидности «светильников-скульптур», которые можно назвать «светоформами». Включение встроенных в них осветительных приборов в темное время зрительно не «убивает» качества их конструктивной структуры, оцениваемые днем как художественные, а подчеркивает их и открывает новые, создавая оригинальный световой образ или «контробраз». Функции осветительного устройства и скульптурной композиции в таком изделии вечером сосуществуют, не уничтожая одна другую, а «работая» в режиме постоянного взаимовыгодного диалога (*рис. 6.58, 6.59*).

До уровня светоформ поднимаются в ансамблях городских площадей некоторые автономные или крышные светорекламные установки крупных торговых фирм и фирм-производителей (например, «Рамстор» на Каширском шоссе в Москве).

Светящие малые формы находят все более широкую реализацию, во-первых, с повышением стандартов качества и уровня благоустройства городской среды, во-вторых, с пониманием необходимости освещать «городскую мебель» и малые архитектурные формы с целью повышения их социальной рентабельности, в-третьих, с ростом технико-экономических возможностей обще-

А

Б



В

Г

Д

Рис. 6.57. Уличные светильники-скульптуры современного дизайна в городах: А — бульвар Сезанна в Гарданне (светодизайн — Р. Нарбони), 1993 год; Б — Ла Пинеда, Испания, 2002 год; В — Анталия, Турция, 2003 год; Г — Италия; Д — город Лион, аэропорт

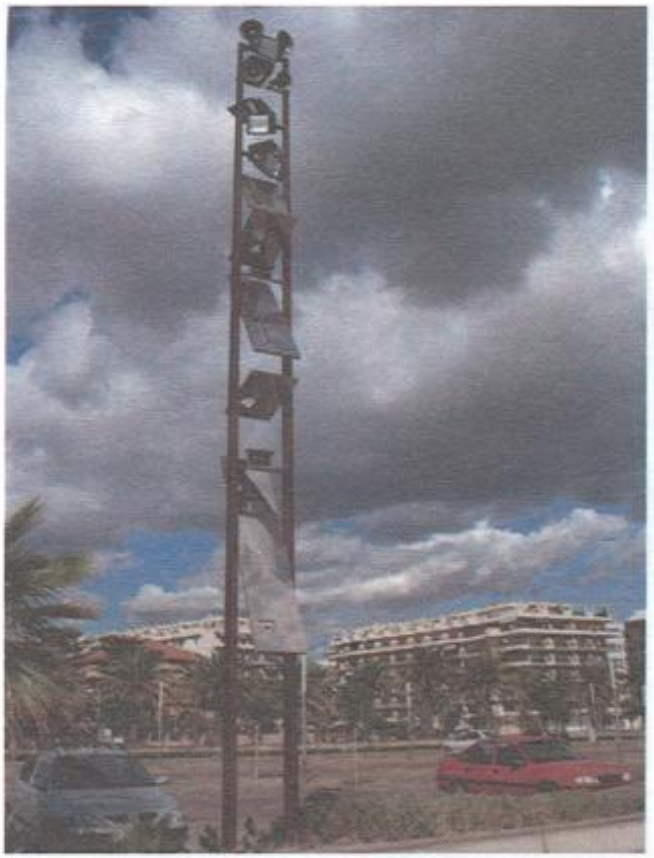
А

Б

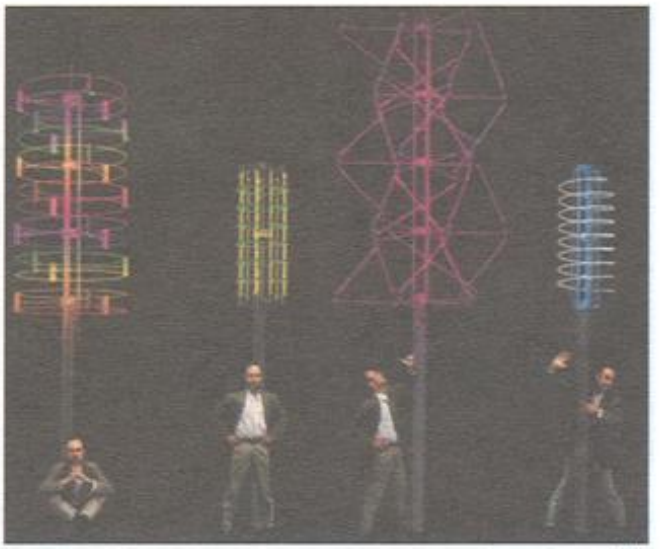
В

Г

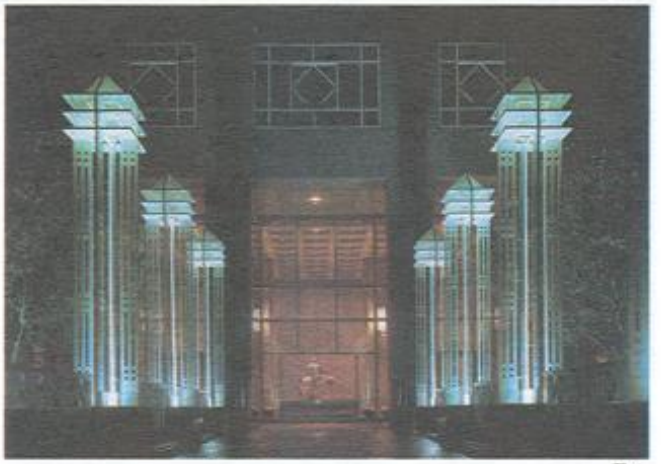
Рис. 6.58. Освещаемые и светящие светоформы: А, Б — площади в реконструированном ансамбле Старого порта Барселоны, 2003 год; В — площадь с цветодинамическим фонтаном и фонарем-«скульптурой» в Торремолиносе, Испания, 2003 год; Г — электрические «овечки» на холме в Эдинбурге — фрагмент световых инсталляций в дни Европейского Саммита в 1992 году (светодизайн — Д.Д. Муни)



А



Б

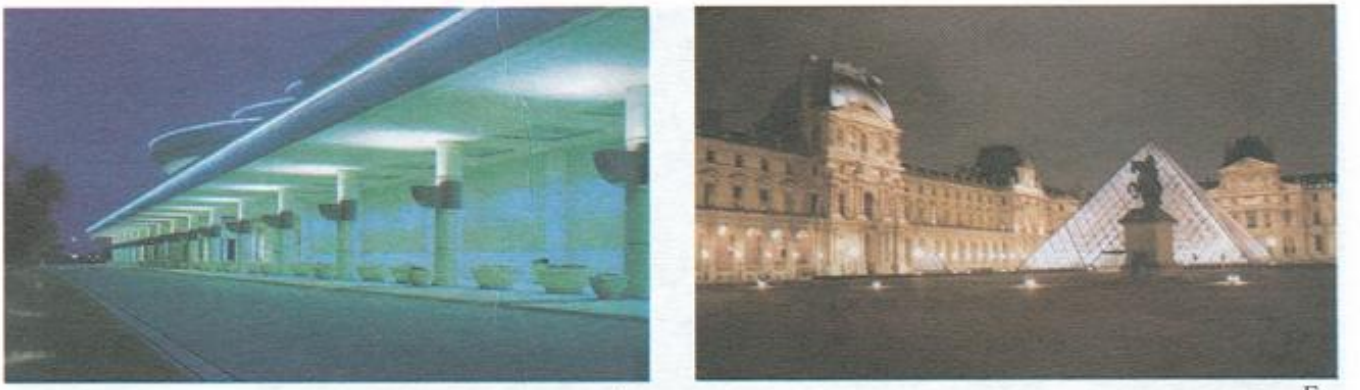


В

Рис. 6.59. Светоформы в городской среде: А — на набережной в Салоу, Испания, 2003 год; Б — «электрические деревья» в Хантингтон-парке, США (светодизайн — Э. Зиммерман); В — вход в Лэндмарк-центр в г. Тампа, Флорида (светодизайн — Р. Ренфро), 1993 год

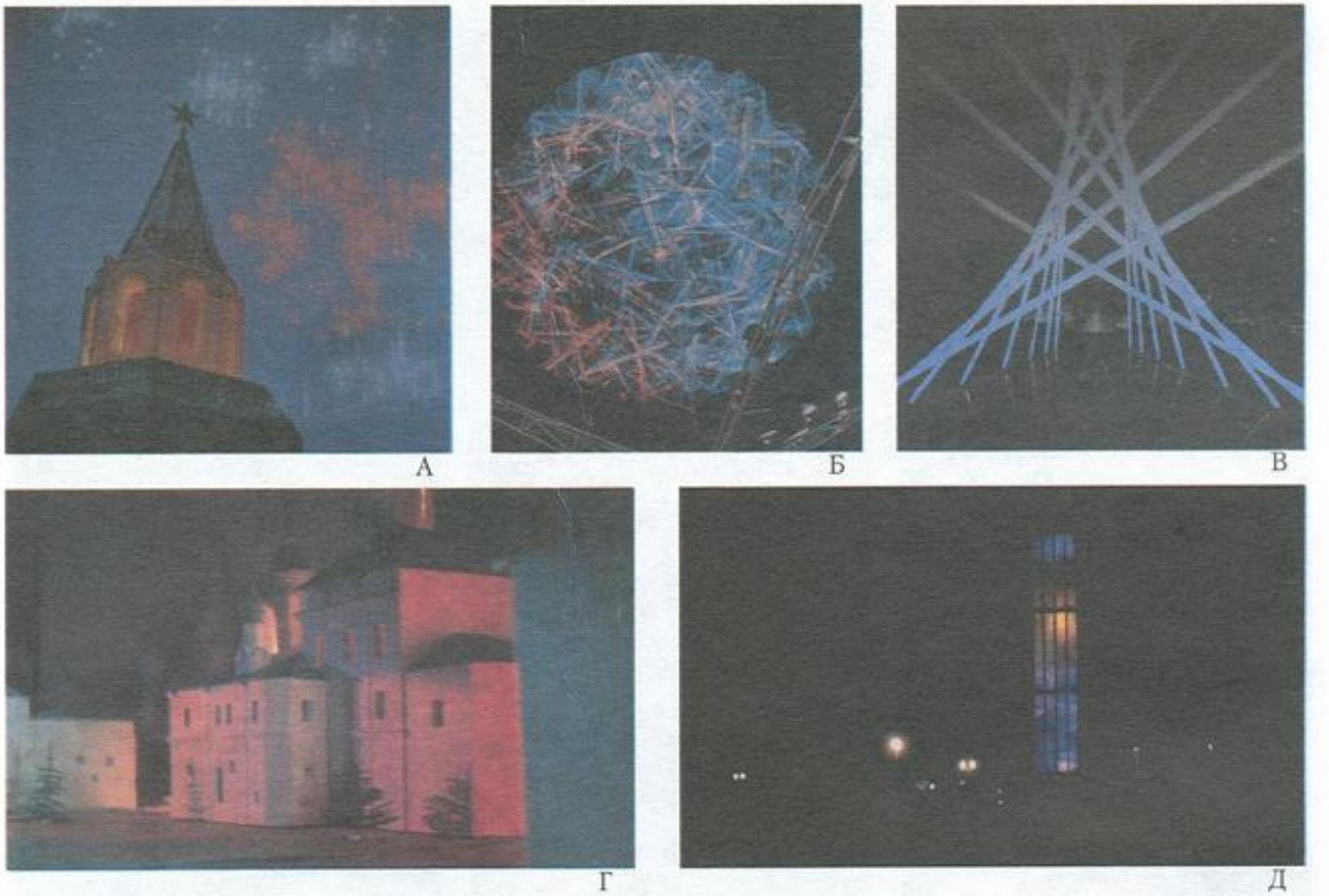
ства. Во многих случаях (освещенные фонтаны, киоски, световая реклама и т.п.) свет малых форм для окружающего пространства является не только бесплатным, поскольку его основная функция иная, но и экономически выгодным, потому что позволяет в определенных ситуациях сократить мощность установок функционального освещения. Это обстоятельство также обуславливает необходимость в подобных ситуациях вести комплексное проектирование и расчет всех групп осветительных установок, действующих в пределах конкретного пространственного ансамбля.

Пятый методический принцип концепции формирования искусственной световой среды города — комплексная разработка светоцветовых и материально-пространственных параметров архитектурной среды (*см. п. 3.5*) — тесно связан с созданием не только третьей, но и четвертой группы осветительных установок — светящих элементов архитектуры, а также со вторым принципом выбора мест установки осветительных приборов — скрытым их расположением. В этом случае световые приборы должны стать органичным элементом материальной структуры фасадов светящегося или освещаемого объекта. Они встраиваются в конструкцию витрин и светопроемов, в их перемычки, подоконники или простенки перед стеклами, между ними или за ними, оборудуются (или не оборудуются) экранирующими и отражающими свет устройствами. Приборы устанавливаются в предусмотренных для них нишах и полостях в фасадных стенах, навесах и козырьках или облекаются появляющимися ради них пластическими деталями — декоративными кронштейнами, карнизами, накладными элементами и решетками, профилированными тягами, выступами и т.п. Это может обоснованно обогатить пласти-



А Б

Рис. 6.60. Световые приборы, интегрированные в архитектуру: А — Конвеншн-центр в Оранж Каунти, Флорида (светодизайн — Р. Баркетт), 1990-е годы; Б — стеклянная пирамида во дворе Лувра (архитектор И.М. Пей), 1980-е годы

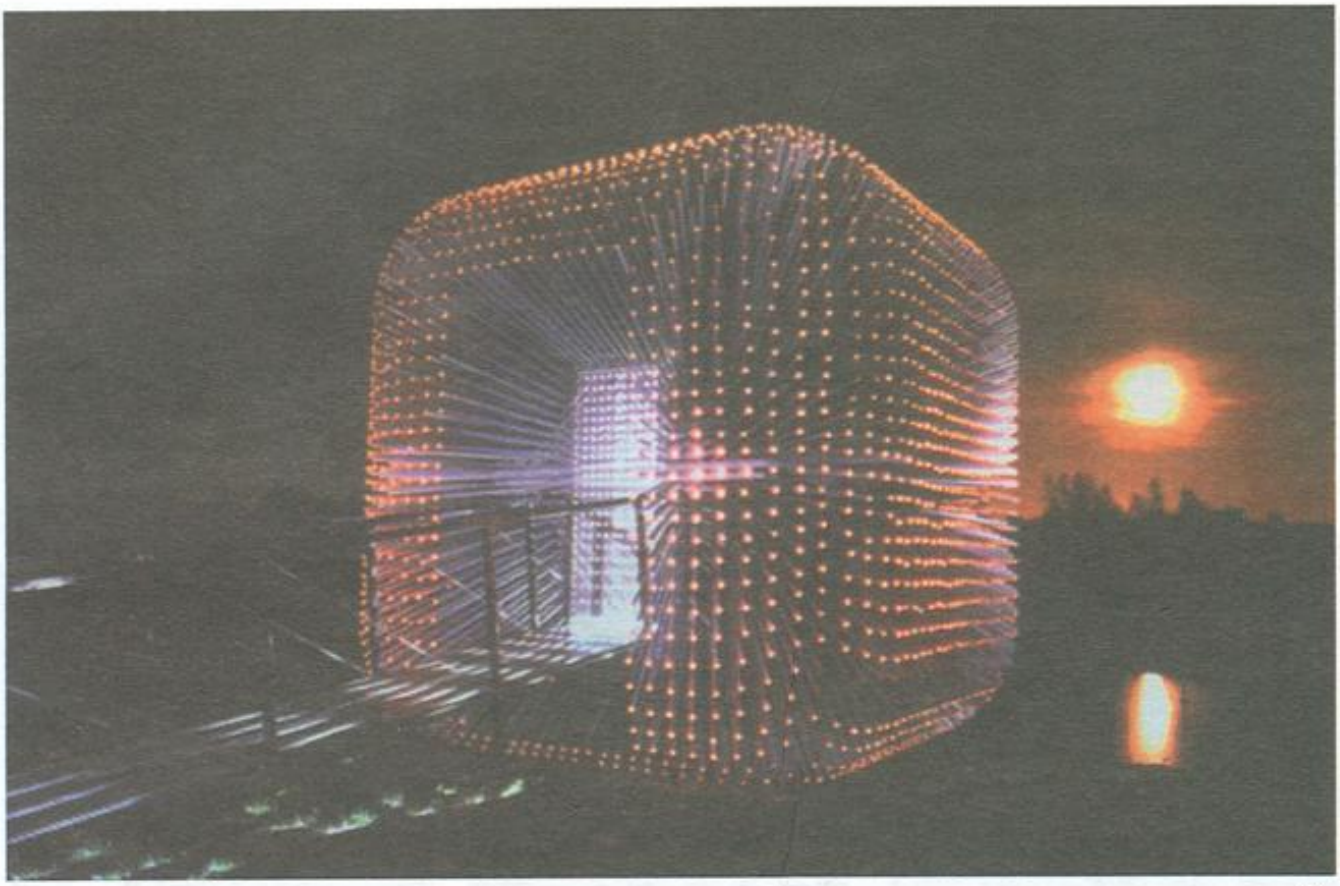


А Б В

Г Д

Рис. 6.61. Работы: А — «Малиновый звон» (Б. Галеев), 1967 год; Б — «Атом» (В. Колейчук, Г. Рыкунов), 1967 год; В — проект «Въезд в г. Тольятти» (В. Колейчук), 1970 год; Г — «Звук и Свет» на ул. Разина (макет, В. Степанов, В. Колейчук, В. Галкин), 1969 год; Д — башня «Андромеда» в Измайловском парке (А. Михненко), 1972 год

ческий наряд фасадов и способствовать поиску новых форм и принципов их оправданного декорирования, что приведет в итоге к архитектурному решению, существенно отличающемуся от первоначального замысла, не учитывавшего необходимость создания второй образной «ипостаси» объекта — вечерней — в одном или нескольких режимах работы систем освещения (*рис. 6.60*).



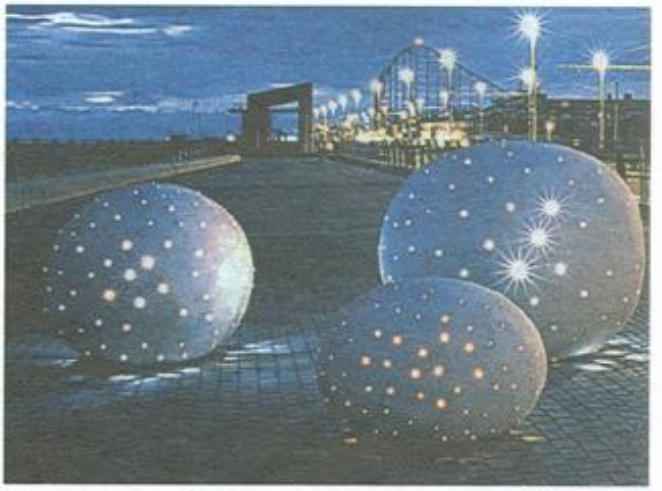
А

Б

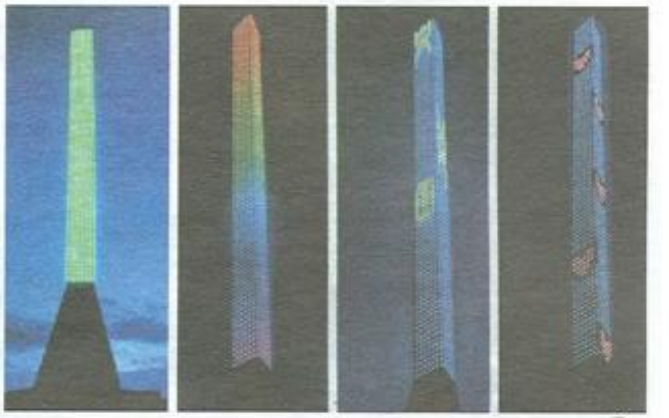
В

Г

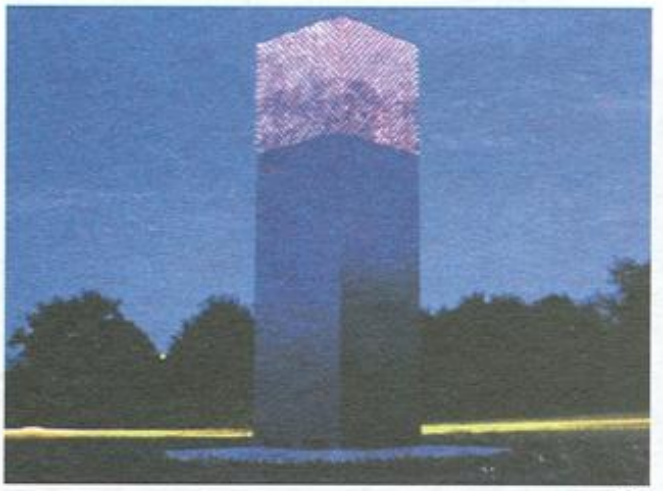
Рис. 6.62. Современные светоформы в городской среде: А — *Sitooterie* («Беседка») в Эссексе, Шотландия (автор — Т. Хитервик), 2004 год. «Ежик» из алюминиевых трубок с оранжевым акриловым шаром на внешнем конце каждой светится светом источника внутри центрального куба объемом 2,4 м^3; Б–Г — световая колонна на улице *Holmbladsgade* в Копенгагене в цветодинамическом режиме (интеллектуальный программируемый свет в пешеходной зоне)



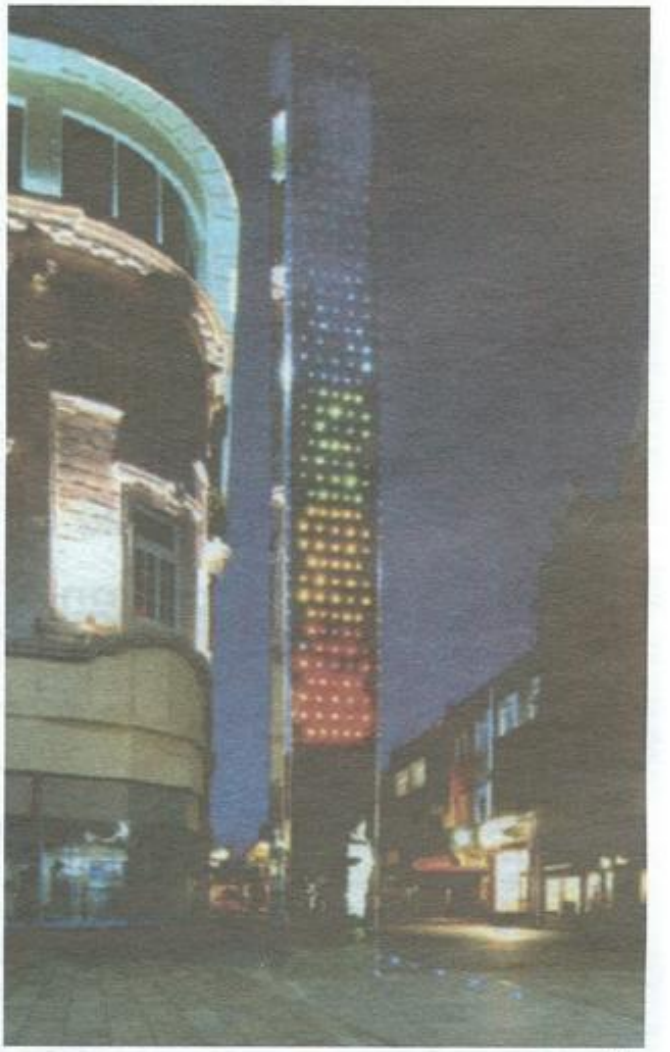
А



В



Б

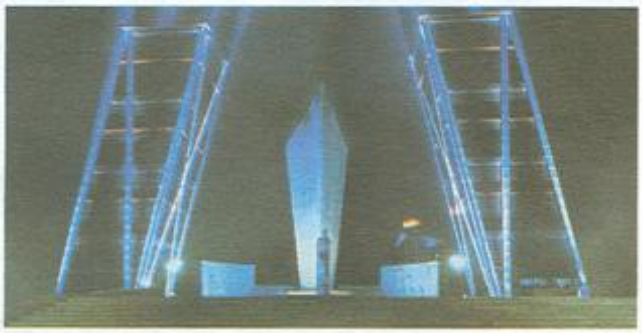


Г

Д

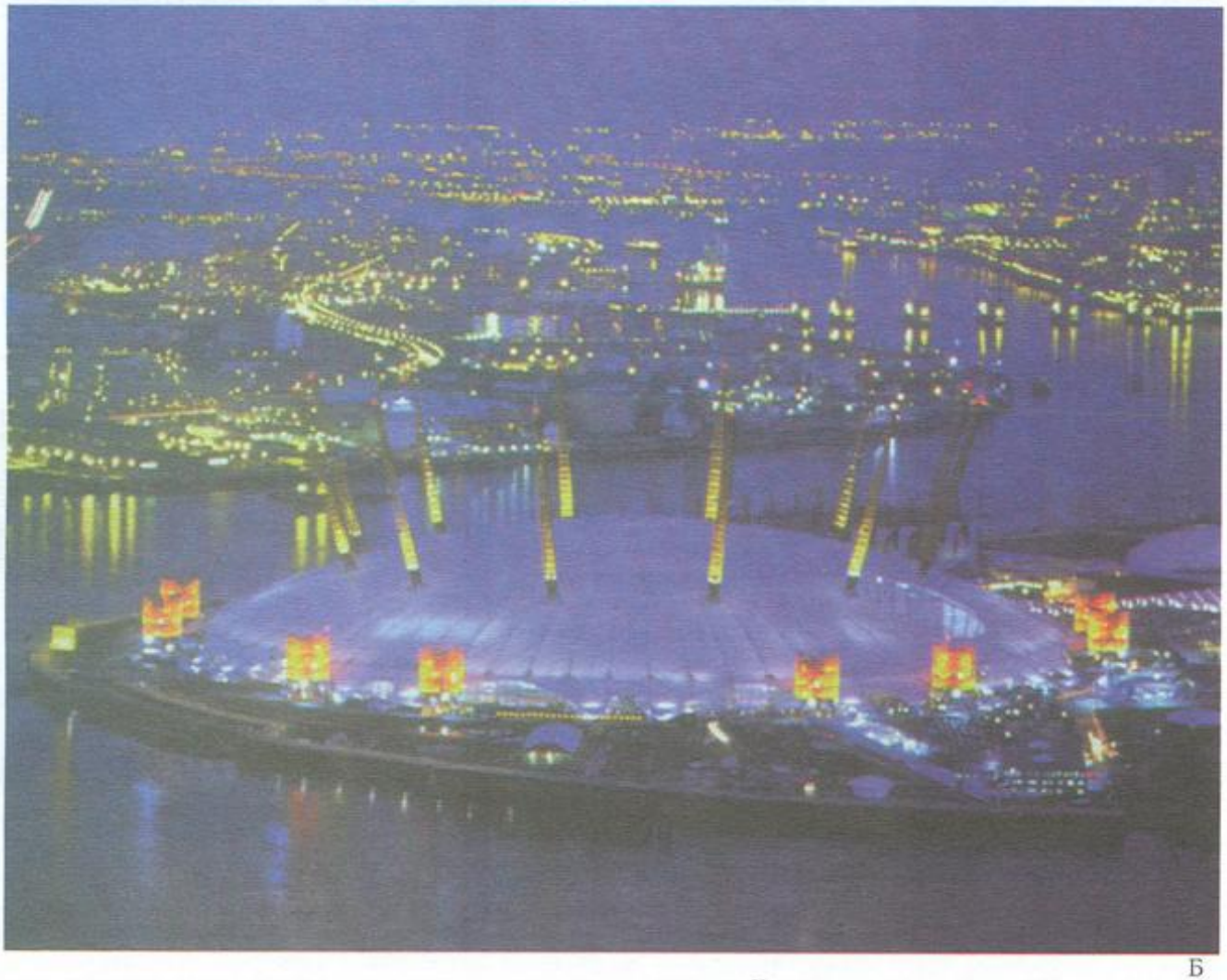
Рис. 6.63. Световые скульптуры с цветодинамикой дизайнера П. Фримана, Великобритания, 2000-е годы: А — скульптура с оптоволоконной системой в Блэкпуле; Б — «световой куб» 7 × 7 × 7 м с восемью скрытыми оптоволоконными «пушками» в Скелмерсдейле; В — «Путешествующий свет» на 13-метровой колонне на шоссе М5 со светодиодной многопрограммной полихромной подсветкой; Г — световая колонна «*Spectra-txt*» в городе Миддлсбро с анимационной программой на основе оптоволокна с управлением по мобильным телефонам; Д — световая скульптура «*Twist n Tilt*» на шоссе М62 в Кастфилде (Йоркшир) с цветными люминесцентными светильниками, вращающимися на треугольных рамках вокруг оси колонны — «анархический хай-тек»

Дизайн элементов осветительных систем во всем их диапазоне требует подготовки в России соответствующих специалистов, особенно в области функционального освещения и световых приборов, т.к. этими вопросами сегодня занимаются, преимущественно, отраслевые инженеры, и поэтому не существует какого-либо определенного, сформировавшегося, оригинального отечественного стилевого направления, а светотехническая продукция наших фирм не пользуется спросом в том числе и из-за плохого дизайна изделий.



А

Сегодня в Европе, Японии, США в дизайне осветительных приборов и изделий сложились свои школы, где лидируют итальянские ведущие фирмы-производители светотехнической продукции (*iGUZZINI, SBP, SIMES, PRISMA*), а также германские (*BEGA, NORKA, HESS*), английские (*THORN, JAKOBSSON*), голландские (*PHILIPS*), австрийские (*ZUMTOBEL STAFF*), норвежские (*NORAL*) и другие, которые формируют «итальянский» стиль.



Б

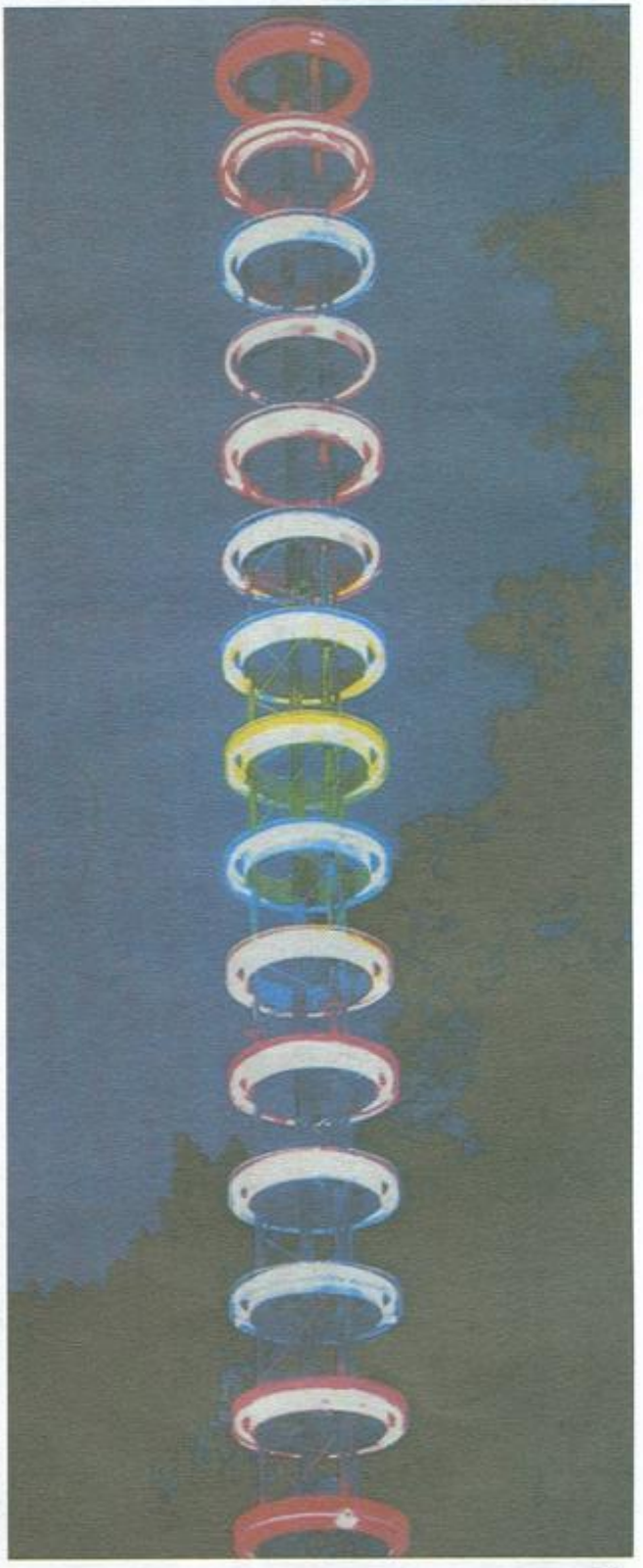
Рис. 6.64. Светодизайн современных крупномасштабных архитектурных объектов: А — «близнецы»-небоскребы «Ворота Европы» в Мадриде; Б — «Собор тысячелетия» (*Millenium Dome*) в Лондоне (архитектор Р. Роджерс, светодизайнер П. Вудруфф), 2000 год

янский», «немецкий», «скандинавский», «европейский», «японский» или собственный фирменный стиль в этой области.

В связи с вышеизложенным, одной из актуальных задач архитектурно-дизайнерской, искусствоведческой и светотехнической науки является изучение исторического отечественного опыта концептуально-светового проектирования (*см. рис. 6.61, 6.69–6.70*) и последних достижений зарубежного светового дизайна (*рис. 6.62–6.68, 6.71–6.82*). Нужно понять, как рождаются новые перспективные творческие идеи — самый дефицитный и востребованный «товар» современной жизни — и найти кратчайшие пути реализации этих идей. Бурное развитие мирового рынка, частью которого мы становимся, свобода в получе-

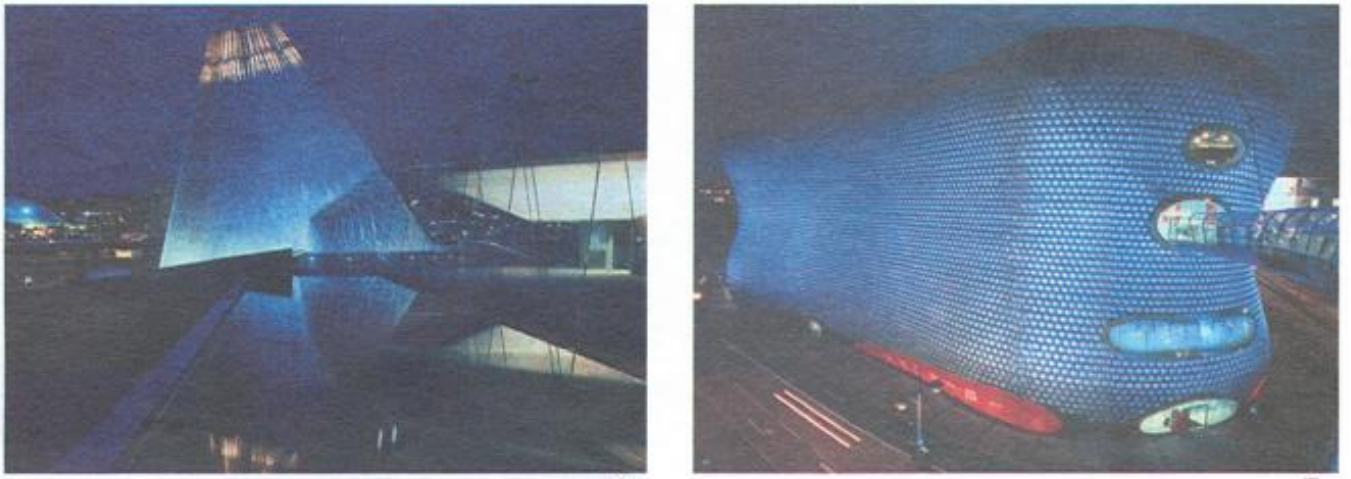
А

Б



В

Рис. 6.65. Светоформы — элементы эффективной организации световой среды: А — автомобильная развязка в Международном аэропорте Лос-Анджелеса (светодизайн — Д. Холлингсворт, Д. Виндле, Е. Рауэлл), 2000 год; Б — перекресток ипподрома в городе Шамбрай-ле-Тур во Франции (П. Бидо), 1989 год; В — башня света *Spectra* в саду города Борнмут, Англия (автор — П. Фриман), 2002 год



А Б

Рис. 6.66. Световая архитектура или световой дизайн: А — Музей стекла в городе Такома, штат Вашингтон (светодизайн — *Candela*), 2003 год; Б — универмаг *Seltridges* в Бирмингеме (архитектор Я. Каплицкий), 2003 год

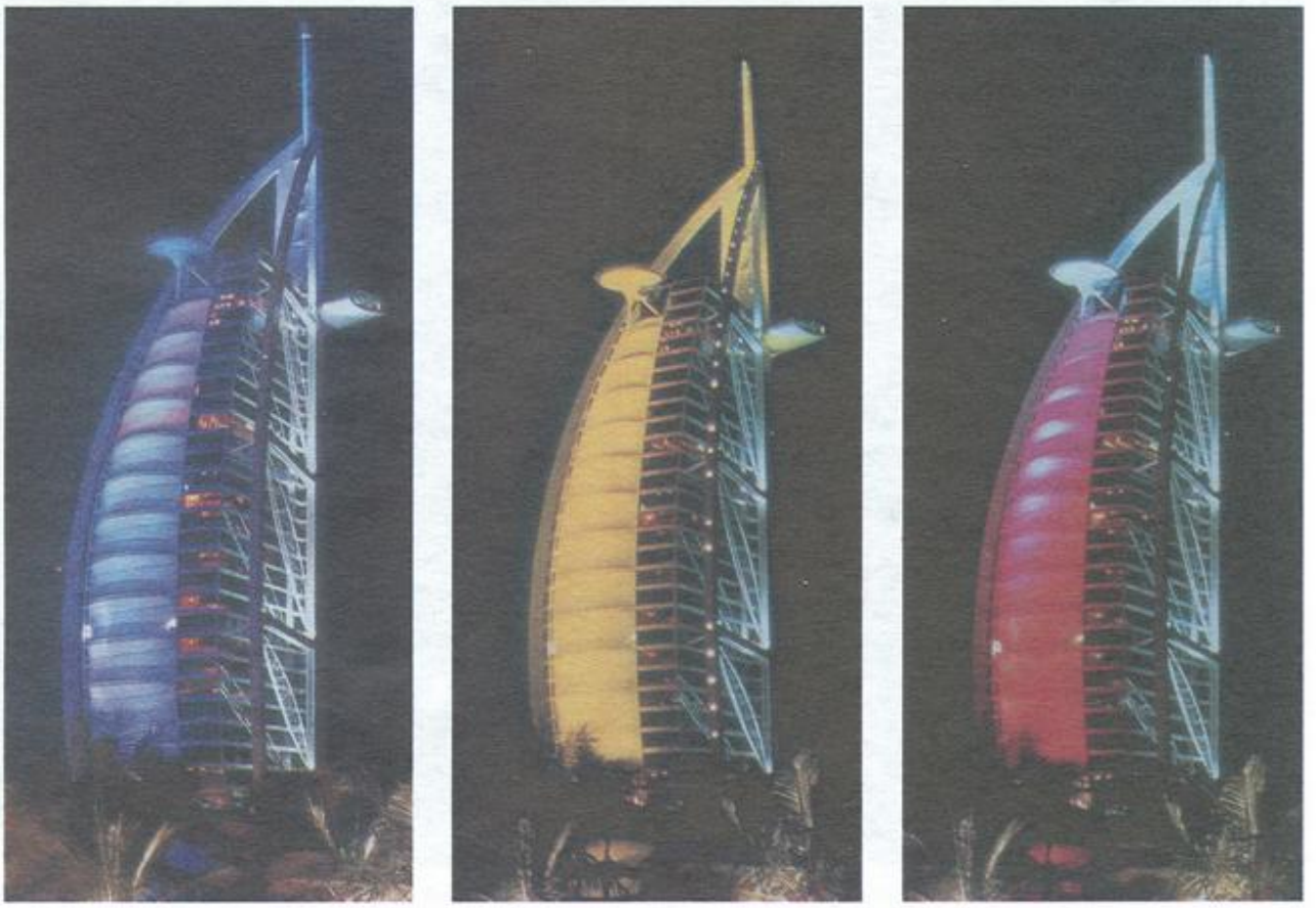
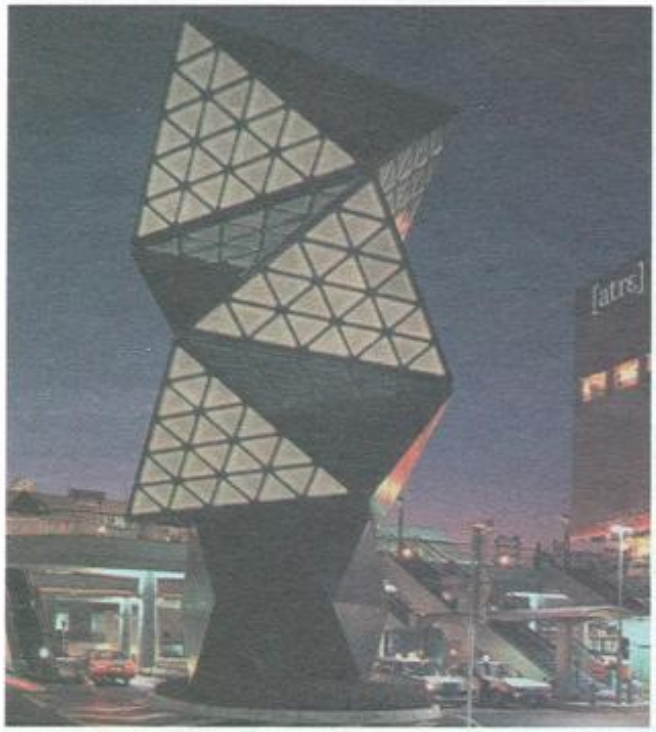
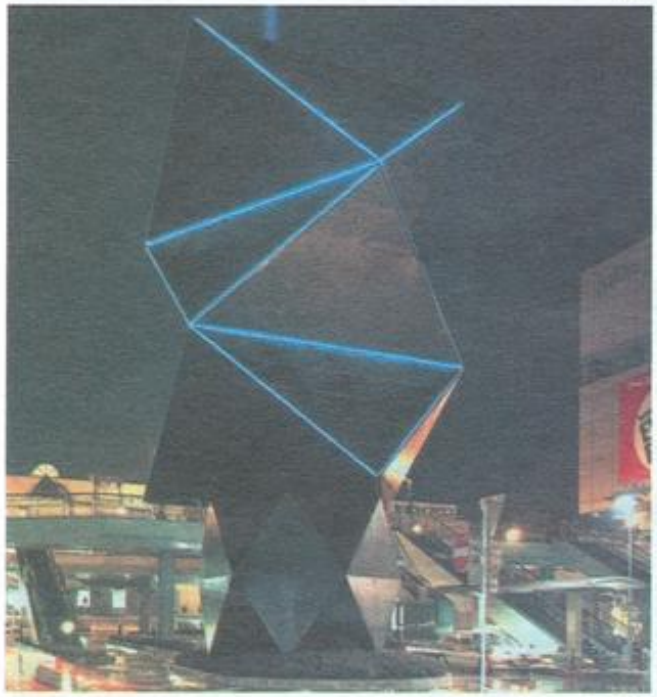


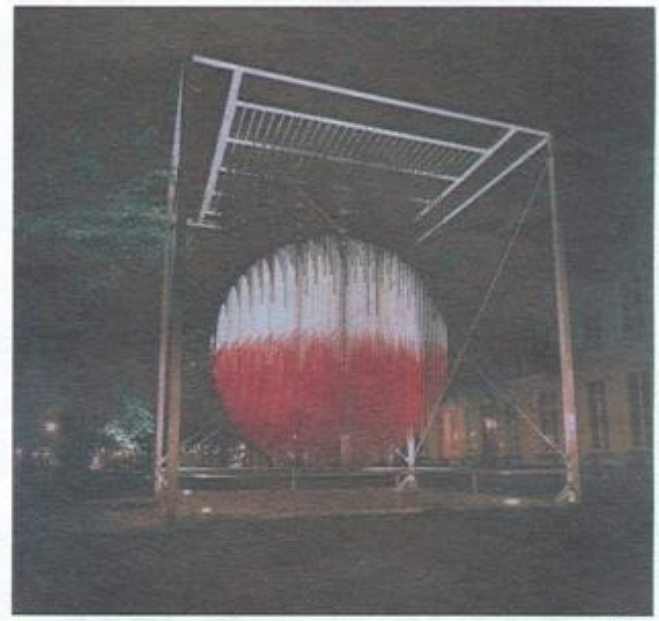
Рис. 6.67. Отель «Бурж аль Араб» в Дубаи — фрагменты цветодинамической программы освещения (светодизайн — Д. Спейрс)



А



Б



В

Г

Д

Рис. 6.68. Световые скульптуры и светоформы в городской среде: А, Б — «Токио-монумент» в Малом Эдо, Япония (светодизайн — Х. Фуджита); В — скульптура «Сфера Лютеция» (автор — Х.Р. Сото), 1996 год; Г — скульптура «Идущий цветок» на улице *Lange Voorhout* в Гааге, 1998 год; выставка «Острова искусства» в честь 750-летия города (Ф. Леже), 1952 год; Д — парковая композиция в Салоу, Испания, 2002 год

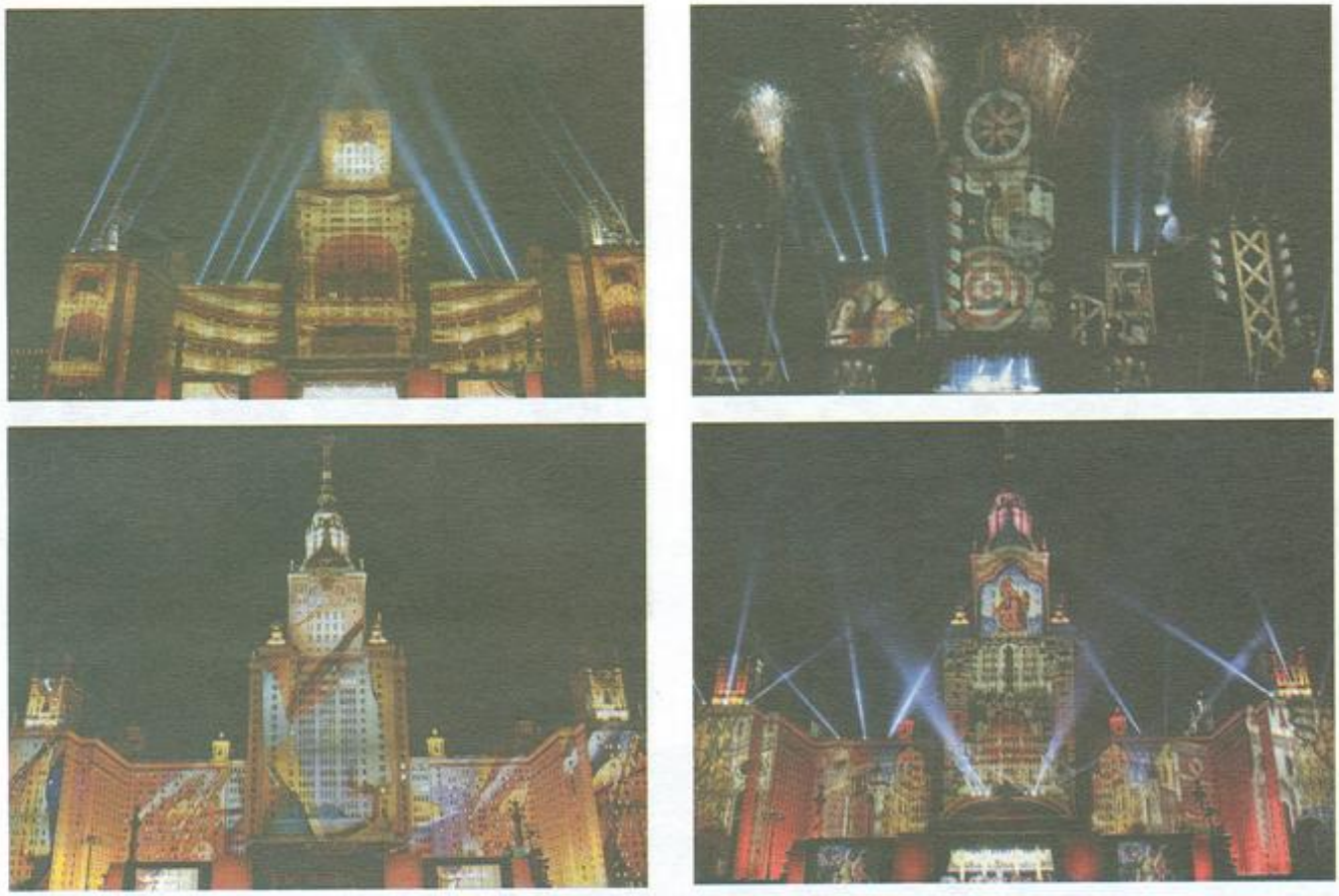
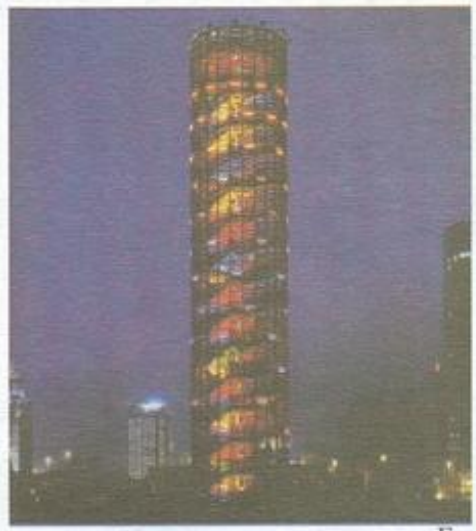


Рис. 6.69. Световое шоу «Огни Москвы» в День города 4 сентября 2005 года на фасаде МГУ на Воробьевых горах (светохудожник — С. Прокофьев, спецэффекты — Д. Симкин)

А Б В

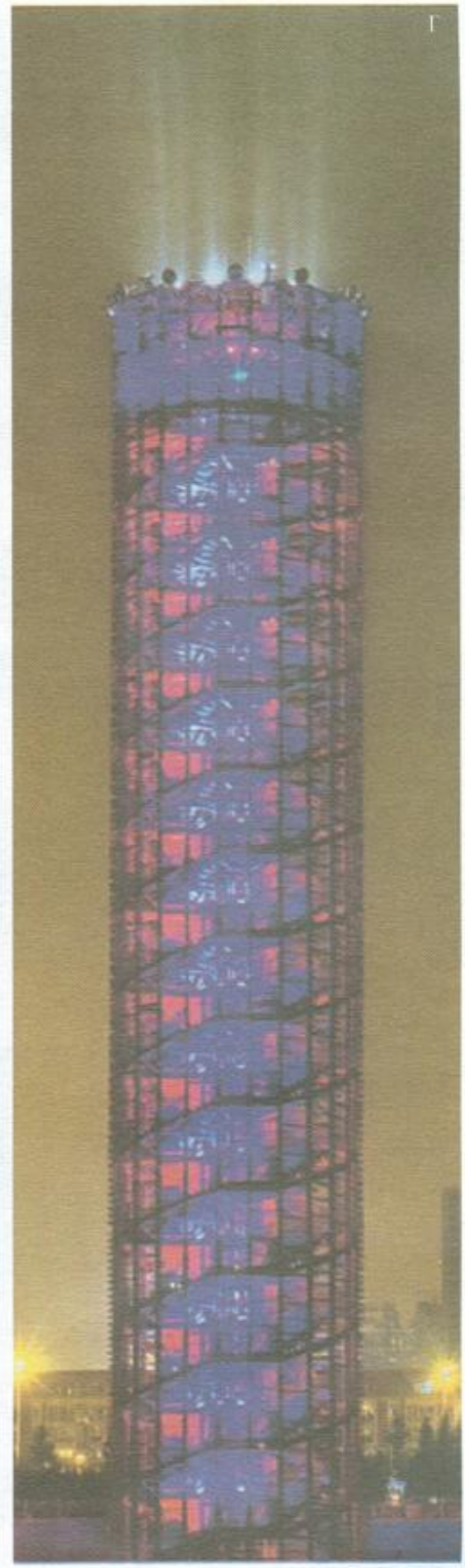
Рис. 6.70. Световые доминанты Москвы: А, Б — Останкинская телебашня, праздничный и будничный режимы освещения (светодизайн — Н.И. Щепетков), 1996 год, В — Шуховская радиобашня на Шаболовке (Н.И. Щепетков), 1997 год

А



Б

В



Г

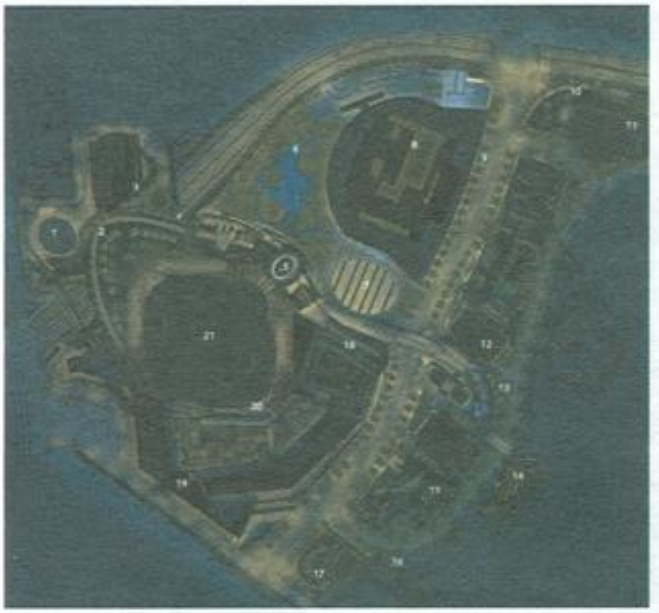
Рис. 6.71. Объемные и плоскостные светоформы: А — башня Дракона на острове Эношима, Япония, световизуальная инсталляция из светодиодных экранов (светодизайн — Р. Даффин), 2005 год; Б — световая композиция в стиле оп-арта на фасаде здания Радио-Теле-Люксембург в Париже (В. Вазарели), 1972 год; В, Г — смотровая башня «Полнолуние» над зеркальными прудами в парке «Галактика» города Тьянджина, Китай, 2005 год. Многоцветное динамическое освещение на светодиодах *TIR Systems Destiny DL* с нарастанием интенсивности снизу вверх вырывается в Космос мощным столпом прожекторных лучей — вариация на тему «Бесконечной башни» Ж. Нувеля и Я. Керсале

Рис. 6.72. Театральная площадь в Роттердаме, 1992 год. Пример кинетических осветительных мачт (35 м высотой с гидравлическим управлением), напоминающих портовые краны (или жирафов). Они обеспечивают сценический свет на площади для публики или уличных певцов, которые могут управлять ими, создавая эффект интерактивного механического балета

нии и обмене информацией, особенно через Интернет, научно-технический прогресс, в том числе в области светотехники и строительства, как необходимое условие эволюции цивилизации, эффективно способствуют решению стоящих перед нами задач.

Новая философия, закладываемая в основу профессиональной деятельности в области светового дизайна, схематически отражена на *рис. 49, 50*. Традиционная сфера творческих интересов зодчих – создание световой среды из строительных материалов (дерева, камня, стекла, металла). Эта материально-предметная среда погружена в мир космического света и зависит от него, в определенной мере используя его положительный потенциал и защищаясь от его отрицательных воздействий (через участие человека). С изобретением электрического света полная зависимость человека от неуправляемого, глобального внешнего фактора все более сокращается. Формируется альтернативная искусственная световая среда, которая не является зеркальным повторением традиционной природной, она наращивает собственный потенциал по многим параметрам. Это вполне очевидно при анализе образных достоинств и особенностей: дневная, светопотребляющая архитектура ночью становиться светоизлучающей. Это принципиально важно для переосмысления творческой методологии архитектурно-дизайнерского проектирования.

А



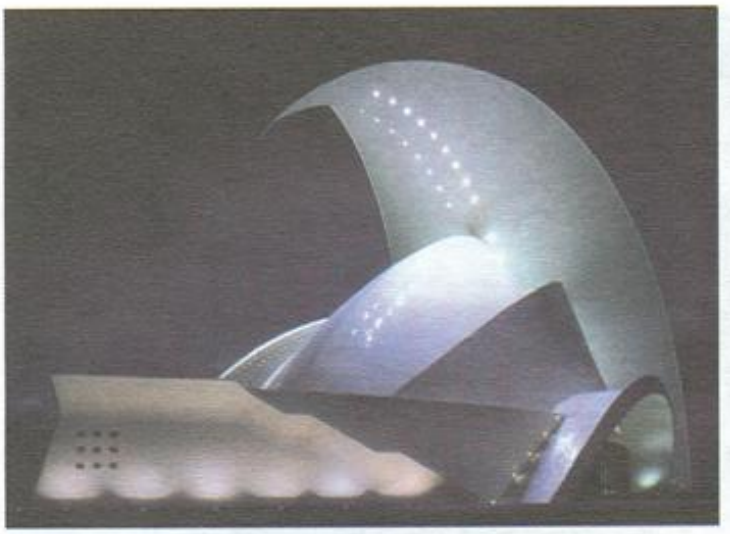
Б

Рис. 6.73. «Городское освещение XXI века» — комплекс «Роппонжи Хилс» в Токио, 2003 год; А – освещенная скульптура гигантского паука у подножия офисного небоскреба «Мори Тауэрс» создает драматизированную атмосферу; Б – световой мастер-план (генплан) комплекса

А

Б

Рис. 6.74 Одна из последних достопримечательных реализаций в области светового дизайна – офисное здание *Agbar Tower* в Барселоне (архитектор Ж. Нувель, светодизайнер – Я. Керсале), 2005 год: А – дневной вид в панораме города, зафиксированный телеобъективом с большого расстояния из точки, обеспечивающей иллюзорный проекционный эффект композиционного совмещения со строящимся собором Саграда Фамилиа; Б – ночное свечение башни-«гейзера» (34 этажа, 142 м) с двухслойным фасадом: наружные стеклянные жалюзи, за которыми просматриваются разноцветные алюминиевые панели стен, поэтажно освещаемые светодиодными приборами в цветодинамическом режиме



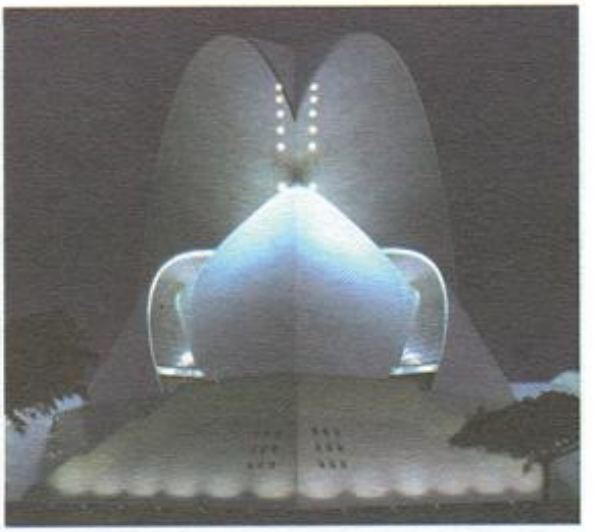


Рис. 6.75. А, Б. Концертный зал в г. Санта-Круз на Тенерифа, Канарские острова (архит. С. Калатрава), 2003 год. Диковинное по архитектуре сооружение получило не менее диковинный ночной световой образ благодаря системе органично встроенного освещения

Рис. 6.76. Ночная светопанорама Кёльна с разноцветными доминантами башен, соборов, мостов. 2005 год

Рис. 6.77. Световой рисунок в мощении пешеходной площади, созданный стекловолоконными световодами и светодиодными приборами (г. Фредерикшавн, Германия)

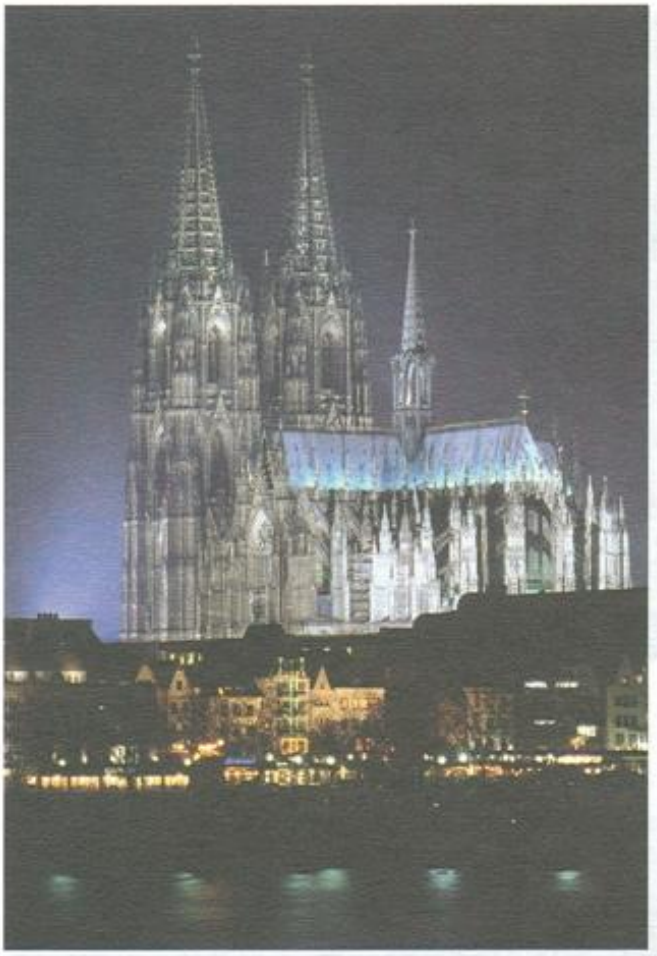
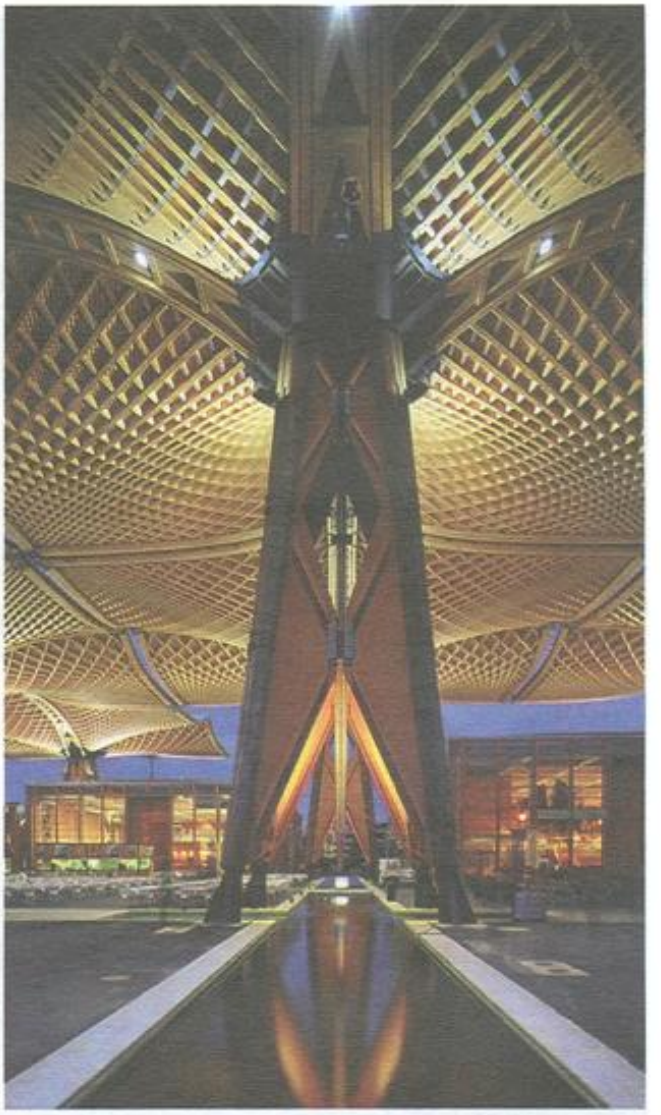


Рис. 6.78. Кельнский готический собор (XIII—XIX вв.). Впечатляющий мираж, созданный архитектурой и светом



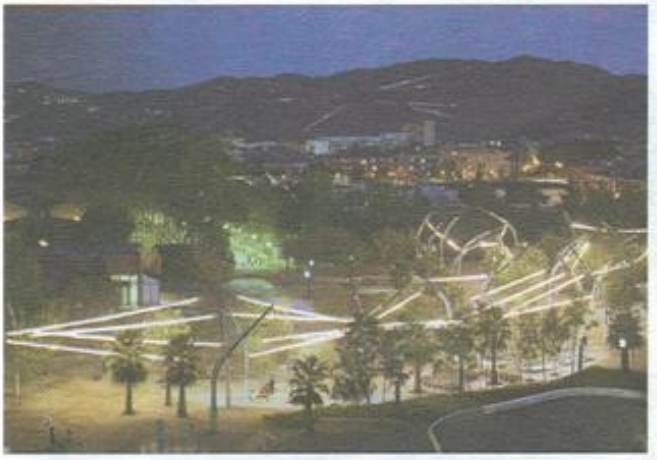


Рис. 6.79. Парк цветов в Барселоне. «Световая кровля» над пешеходной зоной создана светящими трубами, подвешенными на тросах в живописном, иррациональном беспорядке (архит. Э. Мираллес, светодизайн – Филипс Лайтинг)

Рис. 6.80. А, Б — павильон всемирной выставки EXPO-2000 в Ганновере (архит. Ж. Херцог и П. де Мейрон). Эффектная картина создается яркой подсветкой кессонированной структуры, днем пребывающей, в основном, в глубокой тени

Рис. 6.81. *Zonnebloem, Niewpoort*, Бельгия (светодизайн – М. Рауэлс). Светодиодные линейные светильники могут эффективно межевать участки и разграничивать зоны

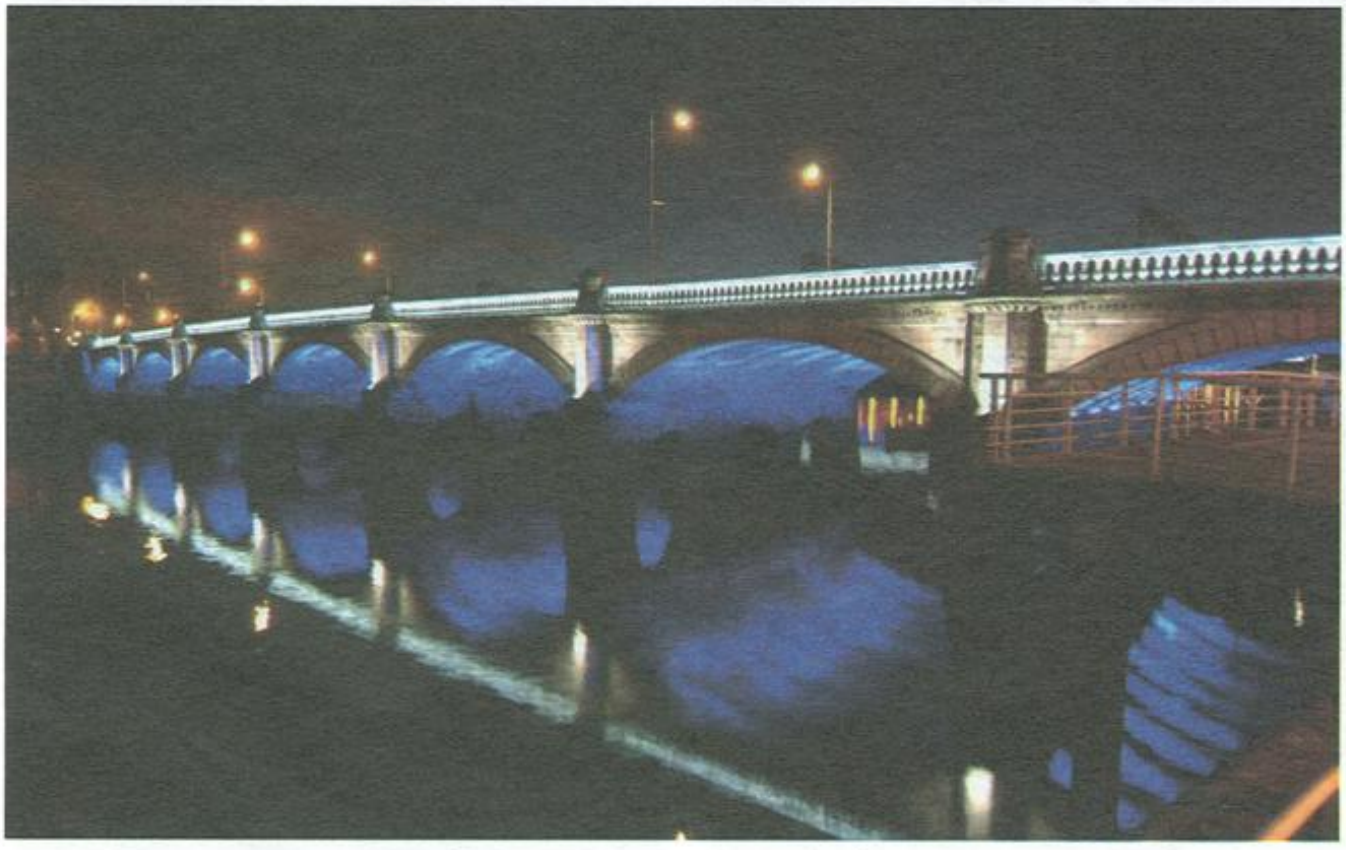


Рис. 6.82. Мост Георга V и Виктории в Глазго, Великобритания (светодизан – Д. Фагг). Насыщенный свет синих светодиодных светильников эффектно прорисовывает арки старого моста

Рис. 49. Схема формирования образного мира традиционной, «дневной», «позитивной» архитектуры — АРХИТЕКТУРЫ В СВЕТЕ

Рис. 50. Схема формирования образного мира альтернативной, «ночной», «негативной» архитектуры — АРХИТЕКТУРЫ СВЕТА

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данном пособии обобщен многолетний научно-исследовательский, учебно-методический и проектно-практический опыт автора в области формирования световой среды вечернего города как перспективной творческой проблемы современного и будущего зодчества и связанной с ней проблемы подготовки кадров. Эта область рассматривается как **новое направление в теории и практике архитектурной и дизайнерской деятельности**, обусловленное современными научными и творческими достижениями в градостроительстве, архитектуре и дизайне, научно-техническим прогрессом в светотехнике, новыми стандартами зрительного комфорта и экологии среды обитания, актуальными социально-эстетическими предпочтениями человека и общества, перспективными тенденциями в искусствах, связанных с визуальным восприятием, с цвето—светом, свето—кинетикой и свето—звуком, с новыми медиатехнологиями, активно формирующими образ мышления людей XXI века, по некоторым прогнозам — «века света» в архитектуре. Это обязывает зодчих и дизайнеров, по роду своей профессии ответственных за качество создаваемой среды, реализовать прогнозы ученых и ожидания жителей городов и населенных пунктов на более совершенное по зрительно воспринимаемым параметрам устройство антропогенезированного материально-пространственного мира в темное время суток, на которое приходится свободное время большинства трудоспособного населения и время прогулок на свежем воздухе групп малоподвижных в пространствах города жителей — детей, пенсионеров, инвалидов.

Проблема светового дизайна города рассмотрена как малоосвоенный, важный и многообещающий в творческом плане раздел профессиональной работы зодчих, дизайнеров, светотехников по созданию вечерней световой среды, интерпретируемой **как образная альтернатива дневной визуальной среды**, в едином комплексе трех ее основных составляющих — функционального освещения городских территорий и пространств, архитектурного освещения фасадов объектов, световой информации и рекламы. Этот комплексный подход отсутствует в существующей науке и практике городского освещения. На практике все еще господствует дифференцированно реализуемое инженерами и композиционно не взаимосвязанное с другими элементами в единый световой ансамбль утилитарно-техническое освещение транспортных и пешеходных зон с явным приоритетом первых. Оформительская «подсветка» зданий и коммерческая световая реклама, осуществляемые разными специалистами и службами, в общем объеме городского освещения имеют другой, вспомогательный характер.

На основе проведенных аналитических, натурных, экспериментально-лабораторных и концептуально-проектных работ автором предложена теоретическая основа комплексного проектирования искусственной световой среды города в виде концепции, результируемой теоретической моделью светопространственной структуры среды и системой светокомпозиционных параметров.

Для реализации концепции разработана методологическая база в виде пяти взаимосвязанных принципов организации городского освещения на разных стадиях выполнения градостроительных, архитектурных и дизайнерских проектов. Главная задача методики проектирования — обеспечить комплексное решение светокомпозиционных задач на основе системного подхода путем **пропорционирования света по количеству и качеству в городских пространствах, на земле и на поверхностях, формирующих эти пространства искусственных и природных объектов**, гармонизации параметров излучения всех осветительных установок, участвующих в формировании конкретного светопространства и светового образа объектов, а именно, установок функционального, архитектурного и светоинформационного освещения.

Концепция имеет универсальный характер, поскольку не привязана к какой-либо определенной градостроительной системе и допускает возможность гибкой модификации в конкретной урбанистической ситуации, предоставляя необходимую творческую свободу авторам проектов освещения.

Главное внимание в методологии, базирующейся на традиционных основах архитектурно-пространственного построения городской среды, уделено взаимодействию искусственного освещения и архитектурно-градостроительной формы во всех ее категориях (пространство, объем, пластика, цвет), в первую очередь, наименее исследованным в теории и на практике вопросам проектирования освещения городского пространства, рассматриваемым как актуальные вопросы создания **зрительно комфортных, сомасштабных человеку архитектурных светопространств**. В авторской концепции они трактуются как **особый вид светоурбанистического** проектирования, нового концептуального раздела планировочных проектов, в котором решаются светопланировочные задачи и задачи оптического формирования структурированной системы городских светопространств определенного назначения, масштаба и зрительного характера.

Светоурбанистическое проектирование имеет целью осуществить **структурно-иерархическую дифференциацию создаваемого городского светопространства, его масштабную светомодулировку и эмоциональную окраску**, что служит основой формирования иерархизированной системы световых ансамблей и световых доминант как базисных структурных единиц облика ночного города.

Для внедрения системного подхода при решении светокомпозиционных задач любого вида и жанра и для обеспечения приоритета в качестве освещения пешеходных зон с целью **гуманизации городской среды** разработана классификация городского пространства по характеру зрительного восприятия и поведения людей в этих зонах на три типа — общения, движения, отдыха — с определением их характерных признаков. Эта классификация служит структурной основой светоцветового макро-, мезо- и микрозонирования городских территорий и пространств при разработке светопланировочных проектов светоурбанистических, светоансамблевых задач ландшафтного, ансамблевого и камерного масштаба. Типология масштабов зрительного восприятия освещаемого города и его объектов разработана применительно к целям светового проектирования.

Наружное архитектурное освещение материальных объектов среды, формирующих и заполняющих городские пространства, отнесено к жанру **светообъемного проектирования**, целью которого является **создание выразительных конкретно-чувственных световых образов этих объектов**.

Светообъемное проектирование связано с творческой интерпретацией средствами освещения зрительно воспринимаемой формы архитектурных и природных объектов, с возможной иллюзорной трансформацией их объема, силуэта, тектоники, пластики, цвета, с созданием впечатления легкости или массивности, статики или динамики, со- или немасштабности, целостности или дробности этой формы.

Световые образы могут творчески «конструироваться» **по принципу ассоциативного подобия дневным образам как архетипам** (для общеизвестных объектов-памятников) или **создания альтернативных световых «контробразов», обладающих специфическими зрительными характеристиками** (для прочих объектов и современных сооружений). Задачи и способы этого светооптического «конструирования» осуществляются индивидуально каждым автором проекта сообразно с его творческой философией и реальными возможностями с учетом специфики зрительного восприятия и особенностей архитектурных и ландшафтных форм.

Подобные задачи решаются с помощью различных осветительных установок соответствующим светораспределением в пространстве, на земле и на поверхностях объектов и созданием воспринимаемых глазом различий в уровнях, цветности, приемах и кинетике освещения, в том числе согласно параметрам теоретической модели.

Выбор объектов для светообъемного проектирования (как и городских пространств) избирателен, что позволяет радикально улучшить зрительно воспринимаемые качества среды, эффектно показав человеку в городе все самое ценное, оригинальное — памятники культурно-исторического наследия, природно-ландшафтные достопримечательности, современные шедевры — и оставив в темноте не заслуживающие внимания пространства и объекты.

Для системного представления проблем светового дизайна выявлены основные — константные и изменяющиеся — компоненты в формировании ис-

кусственной световой среды города и во взаимодействии искусственного света и архитектурно-ландшафтных форм. Архитектурно-градостроительный и функциональный компоненты представляют константную урбанистическую первооснову среды, светотехнический и зрительный — варьирующиеся факторы, которые и обуславливают визуальную специфику ночной среды, отличающую ее от дневной. Предложенная система светокомпозиционных параметров, безусловно, требует дальнейшего уточнения, но она необходима в проектно-практической работе, помогая избежать художнической неопределенности и декларативного дилетантизма при переводе графических изображений освещаемых объектов в расчетную светотехническую часть проектов.

Реальная эффективность концепции и методологии формирования световой среды вечернего города проверена автором на десятке выполненных крупномасштабных концептуальных светоурбанистических проектов, нескольких десятках реализованных световых ансамблей и четырех сотнях осуществленных проектов архитектурного освещения объемных объектов. Эти доступные специалистам и широкой общественности работы, а также публикации автора по данной проблеме, в определенной мере повлияли на общую профессиональную культуру и качество светового дизайна в столице и других городах. Это влияние ощущается, главным образом, в области освещения фасадов зданий и сооружений, дающего городу немедленный положительный эффект. Более сложные проблемы «светового урбанизма» лишь начинают осознаваться руководителями, главными архитекторами, художниками, дизайнерами городов как важные, перспективные направления городского развития и социокультурной жизни.

Материалы данной книги вместе с публикациями других авторов (см. *Список литературы*) образуют «начальную массу», «фундамент» нового раздела теории дизайна, архитектуры и градостроительства по формированию эстетики вечернего города средствами искусственного света. С этой целью в пособии охвачена вся «вертикаль» профессиональных проблем в области наружного освещения — от масштаба города или архитектурного ансамбля («световой урбанизм») до масштаба объектов («светообъемное проектирование») и отдельных изделий (дизайн элементов осветительных систем) в их взаимосвязи.

Профессиональное освоение этой сферы на современном этапе быстрого роста к ней общественного интереса требует подготовки квалифицированных кадров архитекторов-светодизайнеров, поскольку динамично развивающийся рынок реализуемой проектной продукции в архитектурном освещении все активнее осваивают представители других специальностей. Если учесть, что функциональное, и в значительной мере светоинформационное освещение традиционно обеспечивается инженерными службами, недавняя ситуация «борьбы с излишествами» и диктата примитивной инженерии, господствовавшая в отечественной архитектуре четыре десятилетия, может повториться и в световом дизайне города. Об этом уже свидетельствуют многие реализованные примеры достаточно примитивных, репродуктивных решений архитектурного освещения в наших городах.

Основное внимание в содержании и методике обучения световому дизайну должно уделяться приобретению студентами практического опыта работы с «живым» цвето—светом на конкретной архитектурной форме в условиях лабораторных и натурных экспериментов наряду с творческим «конструированием» выразительных светоформ способами плоскостного (традиционно-графического и компьютерного) светомоделирования. **Воспитать у студентов «чувство света», подобное «чувству пропорций и ритма», является сверхзадачей педагогической деятельности в этой области.**

Следует подчеркнуть, что сегодня для нашей теории и практики это — лишь начало нового направления профессиональной деятельности, у которого в дальнейшем может быть столько же «ветвей», сколько сегодня их имеет «древо» традиционной «дневной» архитектуры с точки зрения визуально-эстетических, социально-экологических и технико-экономических оценок.

В дополнение к вышеизложенному можно указать на ряд проблем, затронутых в настоящей работе, но не имеющих пока решения из-за недостатка научных данных:

• современная наука о зрении пока не дает возможности определить «базовый» параметр, от которого зависит точный выбор регламентируемых характеристик освещаемых объектов и пространств и, соответственно, визуальные оценки вечерней городской среды — величину яркости адаптации глаза и светлоту объектов в реальных условиях поля зрения в ночном городе со сложным и меняющимся светоцветовым рисунком и пространственным светораспределени-

ем. Поэтому светотехнические параметры, приведенные в теоретической модели светопространственной структуры среды, в дальнейшем подлежат уточнению;

• частные и еще не выясненные вопросы практического применения науки о зрении связаны со специфическими закономерностями световой архитектурно-художественной композиции: установление оптимальных величин и гармоничных по зрительному эффекту соотношений между «пространственными» (как цилиндрическая освещенность) и «поверхностными» (как яркость) фотометрическими характеристиками в разных условиях зрительной адаптации, при различных ощущениях светонасыщенности или «солнечности» пространства; определение численных значений градиента яркости, обеспечивающего впечатление иллюзорной статичности или динамичности архитектурной формы; выявление конструктивной или деструктивной роли цветного света и светодинамики в оптическом формировании светопространств и светоформ, в их иллюзорной трансформации, в создании определенной эмоциональной атмосферы и т.п., на основе чего можно будет уточнить область приемлемого использования этих параметров в светодизайнерском проектировании;

• медицинский аспект науки о зрении — свето- и цветотерапия, осуществляемая, главным образом, приборами искусственного света в лечебных помещениях, пока не исследован для условий городской среды. При наличии соответствующих методик он может принести положительные результаты в пешеходных зонах города, в первую очередь, в рекреационных пространствах для отдыха, что необходимо использовать в числе эффективных экологических мероприятий на стадии проектирования;

• в сфере проектной деятельности до сих пор еще остается нерешенной важная для практики проблема общего языка архитектора (дизайнера) и светотехника — «проект и действительность», а именно, проблема адекватного воплощения проектного архитектурно-светового образа в натурный, независимо от способа его разработки (светомоделирование теоретическое, живописно-графическое, компьютерное, проекционное, макетно-объемное и т.п., за исключением натурного), хотя определенные положительные и обнадеживающие результаты дают некоторые программы компьютерного проектирования. Науке предстоит установить критерии подобия освещенного объекта в проекте и в натуре, в частности, масштабно-яркостный коэффициент перевода проектных параметров в расчетные в любом из применяемых способов проектирования, с которыми должен совпадать реализованный результат совместной работы архитектора-светодизайнера и инженера-светотехника;

• начавшийся XXI век уже называют веком информационных технологий, в нем, по некоторым прогнозам, зодчество на основе компьютеризации переродится в медиа- или «мыслящую», «разумную» архитектуру. Появится новая архитектурная эстетика вместе с медиа-хай-теком, новыми экологическими аспектами и цифровыми формами искусства, а медиа-архитектура будет мультимедийной, имеющей много измерений. В этой ситуации свет, который сегодня считают четвертым измерением архитектуры, световая информация и световые образы будут играть все более важную роль «персонификации», ее «очеловечивания» и «оживления», давая возможность свободно использовать стремления людей к общению, самовыражению и создавая неведомый современному человеку визуальный мир, а вместе с аудио-, термо-, кинетическими и другими средствами — новую реальность. В этом направлении экспериментируют многие архитекторы, дизайнеры, художники, философы, искусствоведы, предлагая новые «модели» архитектуры — «релативистской», «растворяющейся», «диалоговой», «бесконечной», «нематериальной», «виртуальной», «дигитальной» и т.п. Элементами ее будут голографии и лазерные изображения на фасадах, отражающие внутреннюю жизнь зданий, а в городских пространствах — и жизнь обитаемых подземных сооружений (метро, музеев, супермаркетов) или состояние погоды и экологии в городе, большие светопроекции на элементах среды с портретами горожан, расширяющие возможности индивидуальных и социальных взаимоотношений, в том числе способом телеприсутствия человека в городе, традиционные элементы интерьера в соответствующих ситуациях, придающие им домашний уют (световые камины и торшеры, телеэкраны и камерные игровые комплексы), осветительные устройства для монументов или пейзажных уголков, реагирующие на присутствие пешехода или управляемые им ручными пультами... Массивные фасады зданий могут быть заменены и уже заменяются в ряде случаев медиа-фасадами, т.е. прозрачными, просвечивающими или светорассеивающими структурами, в том числе с мем-

бранообразной оболочкой. Они могут превращаться в интерактивные кибернетические скульптуры, орнаментировать здания образами, текстами и новыми творениями экспрессивного искусства или выполнять разнообразные функции информационной памяти, сохранения или генерации энергии. Свет во всех случаях изменяет архитектонический смысл, предусматривает новый волнующий опыт, новые связи между зданиями, городским контекстом и людьми, создает новое динамическое ощущение пространства как своего рода резонирующего тела, в котором гравитация как бы теряет свою привычную силу;

• еще одно обстоятельство повышает значимость городской среды в реальной жизни. Технологическая революция делает необязательным существующее пространственное разделение функций жилья и труда в городском пространстве: все бóльшая часть работающего населения планеты выполняет свои обязанности за персональным компьютером в своем жилище. В связи с этим становятся актуальными проблемы социального общения людей и борьбы с гиподинамией, решаемые, в том числе, и путем «выманивания» человека на природу, в благоустроенную и привлекательную городскую среду, предоставляющую, в числе прочих, и невозможные для помещения светопространственные зрительно-образные, аудио- и кинестезические, разномасштабные впечатления с положительным эмоциональным потенциалом. Наконец, объективно присущая искусственному освещению театрализация вечерней городской среды сегодня, а в еще большей степени в будущем, ставит **психологическую и творческую проблему допустимой степени этой театрализации и виртуализации в конкретной градостроительной ситуации**, поскольку возможности реализации этих задач, как показано выше, возрастают с развитием свето-, аудио- кинетических медиа- и компьютерных технологий. И здесь, как и в искусстве вообще, играет роль **чувство меры**, меры рационального и художественного, поскольку «продукт» творческой деятельности предназначен для самой широкой аудитории;

• в недалеком будущем города будут освещаться не только традиционно наземными установками электрического света, но и устройствами «небесного» света, искусственного по своей природе или по способу его получения. Это, во-первых, использование сверхмощных источников электрического света, поднятых на большую высоту с помощью специальных средств. В СССР еще в 1970-е годы был разработан проект дирижабля для Крайнего Севера, который мог стать ветровой электростанцией и осветительной установкой, снабженной созданными в те годы ксеноновыми лампами «Сириус» мощностью 50—100 кВт. Во-вторых, это освещение ночных городов солнечным светом, отраженным от гигантских зеркал-спутников, выведенных на высокую орбиту и двигающихся с той же угловой скоростью, что и Земля, и, следовательно, неподвижно висящих над городом в виде одной или множества «искусственных лун». По расчетам ученых СССР и США, выполненных еще в 60—70 годы XX века, эти «луны» могли бы освещать территорию до 80—90 тыс. км^2, создавая освещенность до 20 лк. Первый и пока единственный эксперимент вывода на орбиту подобного спутника с зеркальным пленочным отражателем диаметром 25 м был осуществлен Россией в феврале 1993 года, когда на земле был зафиксирован уровень создаваемой им освещенности в одну «лунетту» (0,2 лк) в зоне пятна на земле диаметром около пяти километров, которое мчалось по земле со скоростью 8 км в секунду. В планах наших ученых создание «солокрафтов» — космических кораблей с «солнечным парусом» диаметром около двухсот метров, которые создадут освещенность в зоне «зайчика» на земле около десяти «лунетт» (средняя нормируемая освещенность на пешеходных дорожках бульваров, садов, скверов в жилой застройке). В СССР в 1970-е годы был даже предложен проект искусственного «северного сияния», создаваемого путем ионизации атмосферы в требуемых районах для их освещения. Можно лишь приблизительно предполагать, какое впечатление произведет на человека космический масштаб подобных осветительных установок, как изменится восприятие пространства и общее о нем представление. Проблема нового ощущения пространства, еще не изведанного человеком, равно как и само понятие пространства, очень важное для профессии архитектора, оказывается тесно связанной с развитием средств и приемов освещения;

• ряд известных специалистов утверждает, что роль света в архитектуре как вечного, но всегда современного «строительного» материала — материала «конструирования» архитектурных образов — явно недооценена теоретиками профессии, и что сама история архитектуры вскоре будет убедительно представлена как история света в архитектуре, как история световой архитек-

туры. И такие публикации уже появились. Возможно, эта история откроет даже более важные явления, чем история архитектурного пространства, которая была великим, решающим вопросом зодчества XX века. Искусство освещения всегда было одним из авангардных течений в зодчестве, одним из путей человека от эстетики материального к эстетике духовного в искусстве. По осветительным установкам можно безошибочно судить о времени строительства объекта, о техническом прогрессе, об уровне общей и профессиональной культуры. «Нематериальный» свет в архитектуре дает возможность свободного использования и выражения стремлений людей к трансцендентальным ценностям;

• в профессиональном плане уже сейчас актуальна проблема создания определенного **стиля освещения** города, позволяющая говорить о формировании более общего социально-философского понятия — **световой культуры**. Учитывая, что человек в течение жизни 85 % информации об окружающем мире получает через зрение, невозможное без света, чем и определяется его (человека) пространственное поведение, и что в некоторых созданных освещением ситуациях и вызываемых ими состояниях он может ощутить себя частью светового космического ритуала или действа, а свет воспринимать при этом как главную силу жизни, как душу природы, что позволяет ему примирить созданную им архитектуру с природой, эта трудноуловимая культура не менее важна для цивилизованного общества, чем музыкальная, физическая, художественная. **Световая культура формируется, главным образом, в лоне архитектуры**. Отсюда и проистекают обязанности и миссия нашей профессии.

СЛОВАРЬ ТЕРМИНОВ*

Адаптация

Процесс изменения свойств органа зрения под воздействием яркостных и цветовых стимулов или конечное состояние этого процесса. Различают адаптацию яркостную (световую и темновую) и цветовую.

Акцентирующее освещение

Выделение светом (белым или цветным, статическим или динамическим) отдельных деталей на менее освещенном фоне.

Атлас цветов

Систематизированный набор цветных образцов, служащих для оценки цвета посредством визуального сравнения.

Ахроматическое цветовое ощущение

Цветовое ощущение, не имеющее цветового тона. Однозначно характеризуется яркостью (светлотой).

Блескость

Свойство световых приборов или светящих поверхностей, при неблагоприятном соотношении между их яркостью, силой света и яркостью адаптации, нарушать условия комфортного зрительного восприятия или ухудшать контрастную чувствительность глаза, или оказывать одновременно оба эти действия.

Различают блескость прямую и периферическую (при наличии светящих элементов в центральном поле зрения или на его периферии), отраженную (вследствие зеркального отражения светящих элементов), дискомфортную (вызывающую неприятные ощущения) и слепящую (нарушающую видимость объектов).

Бра (фр. *eras* — рука)

Настенный светильник на кронштейне.

Вертикальная и горизонтальная освещенность

Освещенность, соответственно, на вертикальной и горизонтальной плоскостях ($E_в$ и $E_г$, лк).

Вечернее освещение

Режим работы утилитарного наружного освещения в темное время суток, при котором все светильники осветительной установки работают в номинальном режиме.

Видимость

Возможность зрительно обнаружить объект наблюдения на фоне окружения. Выражается отношением контраста объекта с фоном (в общем случае яркостного или цветового) к пороговому значению контраста.

Восприятие зрительное

Осознанный процесс приема и преобразования информации, полученной органами зрения и дополненной памятью. Зрительные восприятия участвуют, в частности, в создании наших представлений о существовании, форме и расположении предметов.

Синоним — зрение (распознавание различий во внешнем мире посредством ощущений, вызываемых светом, попадающим в глаз).

Вторичный источник света

Тело, не обладающее собственным свечением, но светящееся благодаря отражению или пропусканию света первичного источника.

Вуалирующая пелена

Снижение зрительных функций при повышенной яркости периферии поля зрения по сравнению с яркостью его центральной части.

Газоразрядная лампа

Разрядная лампа, в которой энергетический разряд происходит в газе, вызывая его свечение (например, ксеноновая или неоновая, гелиевая, аргоновая, с азотом, с углекислотой, называемые газосветными).

Диод светоизлучающий

(светодиод, *LED-Light Emiting Diode*)

Микроминиатюрный полупроводниковый источник света, преобразующий электрический ток непосредственно в световое излучение.

Дискомфорт зрительный

Ощущение неудобства или напряженности, возникающих при неудовлетворительном распределении яркости в освещенном пространстве. Приводит к отвлечению внимания, снижению сосредоточенности, к зрительному и общему утомлению.

Дополнительные цвета

Два цвета, которые при аддитивном смешении в соответствующих пропорциях дают стандартный белый цвет света.

Дорожное покрытие

Покрытие верхнего слоя дороги, дорожное полотно (гладкие и шероховатые обычные и осветленные асфальтобетонные покрытия, покрытия переходного и простейшего типов), тип которого определяет нормируемую характеристику освещения.

Дуговая лампа

Лампа, в которой свет излучается дуговым разрядом или электродами.

---

* Термины и определения приведены в алфавитном порядке и выражены в наиболее общей форме. Более полные описания терминов и определений можно найти в Публикации МКО № 17.4 (1987), в Международном светотехническом словаре [30], который после последнего пересмотра в 1970 году включен в Публикацию МЭК 50 (845), а также в Международном электротехническом словаре и в Справочной книге по светотехнике [39].

Защита от проникновения твердых тел, пыли и влаги

Система *IP* (*Ingress Protection*), разработанная МЭК (*CIE/IEC* 529:1989), определяет различные степени защиты осветительных приборов (ОП) от проникновения инородных тел, пыли и влаги. Понятие «инородные тела» включает в себя такие предметы, как пальцы и инструменты, которые могут касаться токоведущих частей. В рамках системы определены как условия безопасности (контакт с токоведущими частями), так и вредные воздействия, влияющие на работу светильников. Обозначение степени защиты состоит из характерных букв *IP*, за которыми следуют две цифры. Значение цифр соответствует условиям, описание которых приведено в таблицах каталогов. *IP* 20 — это минимальный класс защиты (от возможного прикосновения пальцами к токоведущим частям).

***IP* 20.** ОП могут применяться только для внутреннего освещения в нормальной незагрязненной среде. Типовые области применения: офисы, сухие и теплые промышленные цеха, магазины, театры.

***IP* 21/ *IP* 22.** ОП могут применяться в неотапливаемых помещениях и под навесами, так как они защищены от попадания капель и конденсации воды.

***IP* 23.** ОП могут применяться в неотапливаемых помещениях или снаружи.

***IP* 43/ *IP* 44.** ОП тумбовые и консольные для наружного уличного освещения. Тумбовые светильники устанавливаются на небольшой высоте и защищены от проникновения внутрь мелких твердых тел, а также дождевых капель и брызг. Для промышленных светильников, используемых для освещения высоких цехов, и уличных светильников распространенной комбинацией является защита электрического блока по классу *IP* 43 (для обеспечения безопасности), а оптического блока по классу *IP* 54/*IP* 65 (для предотвращения загрязнения отражателя и лампы).

***IP* 50.** ОП для пыльных сред, защищенные от быстрого внутреннего загрязнения. Снаружи светильники *IP* 50 могут легко очищаться. Для освещения помещений с повышенной влажностью светильники *IP* 50 применять нельзя.

***IP* 54.** ОП традиционного класса для водозащищенного исполнения, можно мыть без каких-либо последствий. Их часто используют для освещения рабочих помещений с повышенным содержанием пыли и влаги, а также под навесами.

***IP* 60.** ОП полностью защищены от накапливания пыли и могут использоваться в очень пыльной среде. В исполнении *IP* 60 встречаются редко. Чаще там, где требуется *IP* 60, применяют класс *IP* 65/*IP* 66, относящийся к струезащитным ОП, которые применяются там, где для их очистки используются струи воды под давлением, или в пыльной среде. Хотя такие прожекторы и светильники не являются полностью водонепроницаемыми, проникновение влаги не оказывает никакого вреда их функционированию.

***IP* 65/66.** Светильники и прожекторы часто выпускаются в ударозащищенном исполнении.

***IP* 67/68.** ОП этого класса можно погружать в воду. Могут применяться для подводного освещения бассейнов и фонтанов.

Зрительное ощущение

Первый этап зрительного восприятия, возникающего в высших отделах нервной системы в результате действия излучения на орган зрения.

Излучение видимое (свет)

Излучение, которое может непосредственно вызывать зрительное ощущение. Границы спектральной области света условны и могут выбираться различными для разных применений. Нижняя граница считается лежащей между 380 и 400 нм, верхняя — между 700 и 780 нм (1 нанометр (нм) = 10^{-9}м).

Излучение монохроматическое

Излучение одной частоты или очень узкой области частот или длин волн, которое может быть охарактеризовано одним значением частоты или длины волны.

Излучение сложное

Излучение, состоящее из совокупности монохроматических излучений разных частот или длин волн (например, белый свет).

Излучение оптическое

Электромагнитное излучение (фотоны) с длинами волн, заключенными между переходной областью у рентгеновских лучей (~1 нм) и у радиоизлучений (~1 мм).

Излучение стандартное МКО

Используемые в колориметрии излучения A, B, C и D_{65}, относительное спектральное распределение которых стандартизовано МКО. Стандартные излучения: A — излучение черного тела при температуре 2855,6 К; B — прямой солнечный свет с коррелированной $T_ц$ = 4874 К; C — дневной свет с коррелированной $T_ц$ = 6774 К; D65 — свет с коррелированной $T_ц$ = 6504 К.

Изолированный цвет (воспринимаемый)

Цветовое ощущение от поверхности, видимой на совершенно черном фоне (цвет воспринимается самосветящимся).

Индекс цветопередачи (источника света)

Мера соответствия зрительных восприятий цветного объекта, освещенного исследуемым (реальным, существующим в данной ситуации) и стандартным источником света при определенных условиях наблюдения.

Различают общий R_a и частный R_i индексы цветопередачи. Более употребителен R_a, применимый к условиям, когда рассматривается группа различных по цвету объектов.

Интенсивность (сила) света (*I*)

Интенсивность (сила) света — это световой поток в единичном телесном угле в заданном направлении: $I = dF/d\Omega$. Единица измерения: кд (кандела). Характеризует пространственную плотность светового потока.

Источник света (ИС) первичный

Тело, излучающее свет в результате преобразования энергии.

Источник света вторичный

См. «Вторичный источник света»

Источник света точечный

Источник излучения, размеры которого настолько малы по сравнению с расстоянием до приемника (освещаемого объекта), что ими можно пренебречь в вычислениях. Геометрия его радиальных лучей отличается от параллельных солнечных, что характеризует особенности светотени.

Канделябр (от лат. *candela* — свеча)

В интерьере — настольный или напольный светильник, как правило, с несколькими источниками света (свечи, масляные, керосиновые, газовые светильники, электрические лампы). В городской среде — двух- и более плафонный торшер (фонарь) в пешеходных зонах.

Комплекс световой

Устройство для освещения, состоящее из набора световых приборов, отдельных оптических элементов, конструктивных, электротехнических и других деталей, выполняющих свои функции только в собранном виде.

Контраст

1. Субъективно: восприятие качественного (цветового) или количественного (светлотного) различия двух частей поля зрения, видимых одновременно (одновременный контраст) или последовательно (последовательный контраст).

2. Объективно (для яркостного контраста): величина, определяемая одной из следующих формул, где L_1 и L_2 — яркости объекта и фона или яркости двух сравниваемых объектов, соответственно:

а) $\frac{L_2-L_1}{L_1}$; б) $\frac{L_2-L_1}{0{,}5\,(L_2+L_1)}$; в) $\frac{L_2}{L_1}$.

Вариант *в* называют также отношением яркостей.

Контраст объекта различения с фоном К

Отношение абсолютной величины разности между яркостью объекта и фона к яркости фона.

Контраст объекта различения с фоном считается:

большим — при значении К более 0,5 (объект и фон резко отличаются по яркости);

средним — при значениях К от 0,2 до 0,5 (объект и фон заметно отличаются по яркости);

малым — при значениях К менее 0,2 (объект и фон мало отличаются по яркости).

Коэффициент запаса $K_з$

Расчетный коэффициент, учитывающий снижение освещенности в процессе эксплуатации вследствие загрязнения и старения источников света (ламп) и элементов осветительной арматуры.

Коэффициент (не)равномерности освещения (поверхности)

Отношение минимальной освещенности к средней. Применяется также: отношение минимальной освещенности к максимальной или обратные значения этих отношений.

Коэффициент отражения ρ

Отношение отраженного светового потока к падающему на поверхность потоку. Выражается в процентах или долях единицы.

Коэффициент полезного действия (КПД) осветительного прибора

КПД является важным критерием оценки энергоэкономичности ОП. КПД светильника (прожектора) отражает отношение светового потока ОП к световому потоку установленной в нем лампы (ламп).

Кривая (диаграмма) равной освещенности — изолюкса

Геометрическое место точек на поверхности, имеющих равные освещенности.

Кривая спектральной чувствительности глаза

Спектр видимого электромагнитного излучения находится в интервале от 380 нм до 780 нм. Глаз человека днем наиболее чувствителен к излучению с длиной волны λ = 555 нм (желто-зеленый цвет) (эта чувствительность принимается равной 1), в сумерки к излучению с λ = 510 нм (зелено-голубой цвет). На границах ультрафиолетовой и инфракрасной областей чувствительность глаза резко падает.

Кривая равной яркости

Геометрическое место точек поверхности, в которых яркость одинакова для заданного относительно этой поверхности положения наблюдателя и источника.

Лампа

Устройство для получения света (*см.* «Источник света первичный»). Так же называются иногда и некоторые виды светильников. Изготавливают лампы прозрачные, матированные, молочные, светорассеивающие, зеркальные, с эмалевым слоем, цветной колбой. Многие разрядные лампы высокого давления имеют двойную колбу — внутреннюю («горелку»), где происходит электрический разряд, и внешнюю («рубашку») — для защиты горелки от внешних воздействий.

Локальное освещение

Освещение части здания или сооружения, а также отдельных элементов окружающей среды, осветительными приборами с небольшого расстояния.

Местное освещение

Освещение, дополнительное к общему, создаваемое светильниками, концентрирующими световой поток непосредственно на рабочих местах или на избранных участках территории (цветники, газоны и т.п.).

Наружное архитектурное (архитектурно-художественное) освещение

Искусственное освещение фасадных поверхностей архитектурных и природных объектов по законам зрительной гармонии и красоты, обеспечивающее им художественную выразительность в темное время суток, отвечающее требованиям экологии зрительного восприятия и социально-экономической эффективности.

Насыщенность

Характеристика зрительного ощущения, служащая для оценки отличия данного цвета от ахроматического цвета той же светлоты. Субъективная характеристика чистоты цвета (*см.* «Чистота цвета»).

Для цветов одинаковой светлоты и цветового тона равные по ощущению интервалы применения насыщенности соответствуют равным интервалам изменения чистоты цвета (воспринимаемой). Если длина волны и воспринимаемая чистота цвета заданы, насыщенность растет с ростом светлоты (*см.* «Явление Бецольда—Брюкке»).

Неизолированный цвет (воспринимаемый)

Цветовое ощущение от поверхности или объекта, видимых на фоне, отличном от черного.

Ночное освещение

Режим работы наружного освещения в ночное время, при котором яркость (освещенность) дорожного покрытия снижена по сравнению с вечерним режимом.

Общее освещение

Освещение, при котором рабочие и соседние с ними поверхности освещаются практически одинаково, что создает равные световые условия для работы в любом месте освещаемого пространства.

Общий индекс цветопередачи R_a

Мера соответствия зрительных восприятий цветных объектов, освещенных исследуемым и стандартным источниками света, при определенных условиях наблюдения.

Часто считают, что цветовое впечатление будет определено, как только сделан выбор цветовой температуры излучения. На самом деле это не так. Цветовое впечатление определяется не только цветовой температурой $T_ц$ источника света, но и цветопередающими свойствами его излучения, наиболее полной и объективной характеристикой которого является спектр излучения. Более того, цветовая температура и цветопередача — это совершенно разные параметры. Источники света с различными спектрами излучения могут иметь одинаковую $T_ц$ и различные R_a. Естественный свет и излучение галогенных ламп накаливания передают цвета объектов почти одинаково. Причина этого — в непрерывном спектре излучения этих источников. Бóльшая же часть разрядных источников имеет прерывистый, или линейчатый, спектр, а качество цветопередачи их излучения изменяется от очень низкого (у натриевых ламп низкого давления *SOX*) до высокого (у люминесцентных и металлогалогенных ламп с $R_a > 90$). При выборе типа источника света необходимо иметь ясное представление о цветопередающих свойствах излучения. Объективной характеристикой здесь является значение общего индекса цветопередачи R_a, максимально возможное значение которого равно 100. Цвета предметов наилучшим образом воспроизводятся при освещении источником с наиболее высоким значением индекса цветопередачи.

R_a между 90 и 100

Прекрасные цветопередающие свойства.

Области применения: в основном там, где важна точная оценка цвета.

R_a между 80 и 90

Хорошие цветопередающие свойства.

Области применения: там, где точная оценка цвета не является приоритетной задачей, но хорошая цветопередача все же важна.

R_a ниже 80

Цветопередающие свойства от удовлетворительных до плохих. Области применения: там, где цветопередача не важна. Данная классификация фирмы *Philips* не во всем совпадает с принятой у нас и международной классификацией (*см.* ниже) и зависит, конечно, от требований, обусловленных конкретным применением источника света. Например, излучение с $R_a = 60$ неприемлемо для освещения магазина, но приемлемо для функционального освещения автодороги.

5 групп значений R_a (выдержка из стандарта *UNI* 10380)

1. Группа 1А: $R_a > 90$
2. Группа 1В: $80 < R_a < 90$
3. Группа 2: $60 < R_a < 80$
4. Группа 3: $40 < R_a < 60$
5. Группа 4: $20 < R_a < 40$

Объект различения

Рассматриваемый предмет, отдельная его часть или дефект, которые требуется различать в процессе работы или зрительного поиска в окружающей среде.

Осветительный прибор (ОП)

Устройство, которое перераспределяет, фильтрует или преобразует свет, испускаемый лампой или несколькими лампами; содержит все необходимые детали для крепления и защиты ламп, а также для их подключения к питающей сети. Осветительные приборы подразделяются на светильники (ближнего действия) и прожекторы (дальнего действия).

Освещение диффузное

Освещение, при котором свет, достигающий рабочей поверхности или освещаемого объекта, практически не имеет преимущественного направления.

Освещение заливающим светом (заливающее освещение)

Общее (равномерное или неравномерное) освещение участка местности, фасада объекта или его существенной части прожекторами заливающего света, расположенными на некотором удалении, для значительного увеличения освещенности по сравнению с освещенностью окружающего поля.

Освещение направленное

Освещение, при котором свет, достигающий рабочей поверхности или освещаемого объекта, имеет некоторое преимущественное направление.

Освещенность *(E)*

Освещенность — это количество света, падающего на данную поверхность (поверхностная плотность светового потока). Единица измерения: люкс (лм/м^2). Средняя освещенность поверхности:

$$E = F/S,$$

где F — световой поток и S — площадь поверхности, на которую падает этот поток.

Освещенность равна 1 лк, если световой поток 1 лм равномерно распределяется по площади 1 м^2.

Ослепленность

Состояние зрения, характеризуемое снижением зрительных функций из-за наличия в поле зрения слепящих источников или чрезмерных яркостных контрастов.

Острота зрения

Качественно: способность воспринимать раздельно предметы, расположенные (в угловой мере) близко друг к другу.

Количественно: величина, обратная предельно малому углу (обычно в угловых минутах) между двумя объектами (точками, линиями), которые еще воспринимаются раздельно.

Отображение фотометрических данных световых приборов (СП)

Существуют различные типы отображения фотометрических данных, каждый из которых специфически предназначен для определенных категорий СП. Для прожекторов используют обычно фотометрические кривые в декартовой системе координат. Они представляют значения силы света по отношению к 1000 лм (кд/Клм) на двух симметричных плоскостях, расположенных под прямым углом друг к другу. Для СП с асимметричным распределением света предоставляется кривая максимальной интенсивности.

Для светильников применяются полярные диаграммы. Они представляют значения силы света в системе полярных координат по отношению к 1000 лм на двух симметричных плоскостях, расположенных под прямым углом друг к другу. Для светильников с асимметричным распределением света также предоставляется кривая максимальной интенсивности. В частности, эти диаграммы используются для светильников уличного и внутреннего освещения.

Отраженная блескость

Характеристика отражения светового потока от рабочей (рассматриваемой) поверхности в направлении глаз наблюдателя, определяющая снижение видимости вследствие чрезмерного увеличения яркости этой поверхности и вуалирующего действия, снижающего контраст между рассматриваемым объектом и фоном.

Пароразрядная (паросветная) лампа

Разрядная лампа, в которой свет создается, в основном, излучением паров металлов в электрическом поле (ртутные, натриевые, металлогалогенные лампы).

Плафон

Светильник, предназначенный для непосредственного крепления к потолку. Может использоваться для установки на стену.

Поверхность рабочая

Поверхность, на которой производится работа и на которой нормируется или измеряется освещенность. В широком смысле — поверхность, являющаяся объектом визуального наблюдения.

Показатель ослепленности *P*

Критерий оценки слепящего действия осветительной установки, определяемый выражением

$$P = (S - 1)1000,$$

где S — коэффициент ослепленности, равный отношению пороговых разностей яркости при наличии и отсутствии слепящих источников в поле зрения.

Поле зрения

Выраженное в угловой мере пространство, в пределах которого предмет может быть воспринят, если голова и глаз (или оба глаза) неподвижны. Поле может быть монокулярным и бинокулярным.

Полуцилиндрическая освещенность ($E_{пц}$)

Характеристика насыщенности светом пространства для наблюдателя, движущегося по улице параллельно ее оси. Определяется как средняя плотность светового потока на поверхности вертикально расположенного на продольной линии улицы на высоте 1,5 м полуцилиндра, радиус и высота которого стремятся к нулю. Расчет полуцилиндрической освещенности производится инженерным методом.

Порог яркости абсолютный

Наименьшая воспринимаемая яркость.

Прожектор

Осветительный прибор, в котором свет для получения его большой силы концентрируется в ограниченном телесном угле с помощью оптической системы (параболических зеркал или линз).

Прямой поток

Световой поток, падающий на поверхность непосредственно от осветительного прибора.

Различимость

Возможность зрительного различения формы объекта на фоне окружения — стадия восприятия, следующая за видимостью (*см.* «Видимость»)

Разрядная лампа (источник света)

Лампа, в которой свет возникает в результате электрического разряда в газе (газоразрядная, газосветная), парах металла (пароразрядная, паросветная) или в смеси газа с парами.

Решетка экранирующая

Экран из просвечивающих или непрозрачных элементов, расположенных таким образом, чтобы в пределах заданного угла защитить глаза от прямого света ламп.

Решетка (сетка) защитная

Часть осветительной арматуры в форме решетки или сетки, предназначенная для защиты ламп или частей светильника от прикосновения к ним, от механических повреждений, а также для удержания осколков стекла при повреждении лампы или арматуры.

Свет

Свет — это излучение в оптической области спектра, способное возбуждать сетчатку глаза, создавая зрительный образ в мозгу человека. Считается, что свет имеет природу электромагнитных волн, амплитуда которых выражается в интенсивности зрительного образа, а длина волны λ и частота колебаний f определяют цвет образа (*см.* «Излучение видимое»).

Светильник

Устройство, состоящее из лампы (ламп) и осветительной арматуры, предназначенной, в основном,

для перераспределения излучаемого лампой (лампами) света и защиты глаз от его слепящего действия, содержащей необходимые детали для крепления, защиты ламп, а также для присоединения их к сети.

Светлота

Уровень зрительного ощущения, производимого яркостью в зависимости от условий наблюдения (от яркости адаптации глаз). Изменяется в порогах зрительных ощущений.

Световая среда

Световая среда — совокупность ультрафиолетовых, видимых и инфракрасных излучений, генерируемых источниками естественного и искусственного света; это важнейшая составляющая жизненной среды живых организмов и растений, определяемая световыми потоками источников света, трансформируемыми в результате взаимодействия с окружающей предметной средой, которая воспринимается по распределению света и цвета в пространстве.

Световая (светоцветовая) композиция

Обусловленное функциональным назначением и художественным замыслом гармоничное сочетание различных по яркости, цветности, размерам, форме, расположению в пространстве (поле зрения) и во времени (при кинетическом освещении) световых пятен, образующих единое и содержательное целое — архитектурную светоформу. Это важнейший организующий элемент зрительно воспринимаемой предметно-пространственной (в том числе архитектурной) среды, ее образная основа. Это единство зрительной формы, процесса и результата эстетического восприятия.

Световая эффективность (светоотдача) (*e*)

Световая эффективность — это отношение светового потока (*F*), излучаемого источником света, к потребляемой этим источником мощности *P* ($e = F/P$).

Единица измерения: лм/Вт. Фактически, эта величина выражает КПД лампы, т.е. то, насколько эффективно лампа способна преобразовать потребленную электроэнергию в видимый свет.

Световое поле

Область пространства, в которой имеет место перенос световой энергии данного источника света (излучения).

Световод

Устройство для трансляции света от источника к освещаемому объекту внутри полого или заполненного светопроводящим материалом канала со светоотражающими внутренними поверхностями. Световой поток, направляемый источником света внутрь канала через его торец, перераспределяется вдоль световода за счет многократных отражений от зеркалированных внутренних поверхностей и выходит к освещаемому объекту через другой торец (световод торцевого свечения), оптическую щель, отверстия вдоль канала (щелевой световод) или светопропускающую оболочку канала (световод бокового свечения). Полые световоды изготавливаются двух видов: трубчатые и клиновидные (плоские). Стекловолоконные световоды представляют собой гибкий кабель относительно небольшого диаметра с прозрачной или непрозрачной оболочкой, заполненной стекловолокном, хорошо проводящим свет (оптоволокно, *Fiber Optic*). Особенности: полная электрическая и тепловая безопасность, инерционность к влиянию окружающей среды, возможность удобного обслуживания источника света, получения цветного и динамического освещения и др.

Световой карниз

Осветительное устройство, состоящее из ламп, закрытых экраном, и распределяющее свет в нижнюю («прямой» карниз) или верхнюю полусферу («обратный» карниз).

Световой поток (*F*)

Световой поток — это количество света, т.е. световая энергия, излучаемая источником света в видимом диапазоне спектра.

Единица измерения: люмен (лм); люмен — это световой поток, излучаемый в единичном телесном угле равнонаправленным точечным источником, расположенным в центре сферы единичного радиуса, имеющий интенсивность, равную 1 канделе (кд).

Световой прибор

Устройство, содержащее источник света и осветительную арматуру. Световые приборы подразделяются на осветительные (*см.* «Осветительный прибор») и светосигнальные приборы (ССП).

Светокомпозиционные параметры

Фотометрические и размерные величины и их соотношения, характеризующие световую (светоцветовую) композицию: яркость (светлота) и цветность объектов и фона (окружения), очертания, угловые размеры и расположение светящих и освещенных (видимых) объектов в поле зрения, их яркостные и цветовые контрасты, направленность световых потоков, контрастность и светомоделирующий эффект освещения (характер тенеобразования), светонасыщенность и неравномерность освещения (светомодулировка) пространства, масштабность и изменение вышеуказанных параметров во времени (кинетика освещения), обусловленные особенностями зрительного восприятия при нестабильной (ночной—сумеречной—дневной) адаптации, возникающей при перемещении взгляда и при движении человека в ночной среде города при разных погодных условиях и разных режимах работы систем искусственного освещения.

Светомоделирующий эффект

Характеристика тенеобразования на объемном (рельефном) объекте, создаваемого разнонаправленными, разноинтенсивными и (или) разноспектральными световыми потоками, излучаемыми первичными и вторичными источниками прямого, рассеянного и отраженного света. Зрительно оценивается светотенью — контрастной, нормальной или нюансной, глубокой или мелкой, а при разноспектральных потоках — разноцветной (при необходимости — с использованием колориметрических величин). Выражается соотношениями интегральных фотометрических величин $E_г : E_в$; $E_г : E_ц$; $E_г : E_{2р}$; $E_г : E_{4р}$, световым вектором и т.п.

Светомодулировка пространства

Ритмическое изменение светопространственных параметров в пределах архитектурного ансамбля улицы, площади, жилого двора, сквера и т.д. Наиболее типичное средство светомодулировки — установки функционального (утилитарного) освещения. Светильники с разным светораспределением, цветностью излучения, шагом и высотой подвеса создают спонтанные или прогнозируемые световые, цветовые и масштабные модуляции в пределах освещаемого пространства.

Оценивается неравномерностью распределения света на дорожном покрытии (по его яркости или горизонтальной освещенности), в пространстве (по цилиндрической, сферической и т.п. освещенности на заданной высоте), на вертикальных поверхностях, формирующих архитектурное пространство (по их яркости или вертикальной освещенности). При разноспектральном освещении для создания и оценки светомодулировки могут использоваться показатели цветности первичных и вторичных излучателей.

Светопространство

Часть пространства, выделенная из окружающей тьмы светом искусственного источника (источников) и доступная визуальному восприятию.

Светорегулятор (темнитель, диммер)

Устройство в электрической цепи, изменяющее световой поток ламп в осветительной установке.

Светоцветовая среда

Главная составляющая световой среды — совокупность видимых излучений с цветовыми ощущениями при дневном и сумеречном зрении, в том числе в условиях искусственного освещения архитектурных и ландшафтных пространств и объектов.

Сила света (I)

См. «Интенсивность света».

Сложность поля зрения

Наличие в поле зрения пользователя (пешехода, водителя) объектов, которые мешают или раздражают его, например, ярко освещенных зданий, цветодинамической рекламы, сигнализации.

Спектр излучения

1. Распределение в пространстве сложного излучения в результате его разложения на монохроматические составляющие.

2. Состав сложного излучения (непрерывный, линейчатый и др.).

Спектр излучения линейчатый

Спектр, состоящий из отдельных, не примыкающих друг к другу монохроматических излучений.

Спектр излучения полосатый

Спектр, монохроматические составляющие которого образуют дискретные группы (полосы), состоящие из множества тесно расположенных монохроматических излучений.

Спектр излучения сплошной

Спектр, у которого монохроматические составляющие заполняют без разрывов интервал длин волн, в пределах которого происходит излучение.

Средневзвешенный коэффициент отражения $\rho_{ср}$

Коэффициент отражения, усредненный по площади (фасада, помещения, рабочей поверхности и т.д.).

Средняя освещенность улиц, дорог и площадей ($E_{ср}$)

Освещенность, средневзвешенная по площади.

Средняя яркость дорожного покрытия ($L_{ср.\ дп}$)

Средневзвешенная по площади яркость сухих дорожных покрытий в направлении глаз наблюдателя (водителя), находящегося на оси движения транспорта.

Стробоскопический эффект

Кажущееся изменение или прекращение движения предмета, освещаемого светом, периодически изменяющимся с подходящей частотой (например, с частотой 50 Гц).

Торшер (от фр. *torche* — факел)

В интерьере — высокий переносной напольный светильник типа канделябра. В городской среде может быть удобным синонимом не очень точного понятия «фонарь» — одноплафонный венчающий или консольный светильник на опоре высотой 3–6 м, как правило, в пешеходных зонах.

Утилитарное (функциональное) наружное освещение

Освещение, предназначенное только для обеспечения безопасного движения водителей механизированного транспорта и пешеходов.

Фонарь (гр. — уменьшительное от «светоч», «факел»)

1. Общее название уличных светильников, исторически происходящих от одноплафонных свечных, масляных, спиртовых, керосиновых, газовых, первых электрических светильников на опорах, подвесах, кронштейнах на относительно небольшой высоте в городских пространствах, обслуживавшихся с переносных лестниц. Относится к одному из видов малых архитектурных форм, художественное оформление которых обычно соответствует архитектурному стилю эпохи или окружающей застройки.

2. Популярное понятие «фонарь» трудно с необходимой точностью идентифицировать с конкретной номенклатурой современных уличных светильников в транспортных и пешеходных зонах.

Фотометрическая поверхность

(поверхность распределения силы света)

Геометрическое место концов радиусов — векторов, выходящих из светового центра источника, длина каждого из которых пропорциональна силе света источника в соответствующем направлении. Называется также фотометрическим телом светового прибора или лампы.

Характеристики освещения

Освещение характеризуется количественными и качественными показателями. К количественным характеристикам относится интенсивность света,

оцениваемая фотометрическими величинами (освещенность, яркость и т.п.). Качество освещения характеризуется распределением света: а) в пространстве; б) во времени; в) по спектру. Распределение света в пространстве оценивается глазом по яркости (светлоте) поверхностей каждого из видимых объектов среды (микрораспределение яркости) и по распределению яркостей в поле зрения (макрораспределение яркости).

Распределение светового потока источников во времени зависит от кинетики освещения и режимов работы осветительных установок. Распределение излучения по спектру определяется спектральными характеристиками источников света.

Цвет

Цвет — особенность зрительного восприятия, позволяющая наблюдателю распознавать цветовые стимулы (излучения), различающиеся по спектральному составу. Формулировка В. Оствальда: «Цветом называется то ощущение, которое возникает в результате передачи соответствующих внешних раздражений, вызываемых светом, через глаза в мозг... Мы должны поэтому раз и навсегда принять к сведению, что словом «цвет» обозначается определенный класс психических переживаний, именно те переживания, которые возникают у нас благодаря раздражению глаза ... светом».

В колориметрии — трехмерная величина, определяемая координатами X, Y, Z в цветовом пространстве или яркостью L, длиной волны излучения λ и чистотой цвета P. Соответствующие субъективные (воспринимаемые) характеристики этих физических величин — светлота, цветовой тон и насыщенность цвета.

Цветность света

Двухмерная колориметрическая величина, характеристика качества света, определяемая его координатами в цветовом пространстве или доминирующей длиной волны излучения λ и чистотой цвета P. Цветность света хорошо описывается цветовой температурой. Существуют следующие три главные цветности света: тепло-белая < 3300 К; нейтрально-белая 3300—5000 К; белая дневного света > 5000 К. Лампы с одинаковой цветностью света могут иметь весьма различные характеристики цветопередачи, что объясняется составом (спектром) излучаемого ими света.

Цветовая температура $T_ц$

Цвет излучения оказывает важное влияние на цветовое впечатление от освещаемого объекта, и существенную роль здесь играет цветовая температура источника белого света. Часто свет описывают словами «холодный» или «теплый». Цветовые градации света определяются путем сравнения с излучением идеального излучателя — абсолютно черного тела (АЧТ), которое излучает свет различной цветовой окраски при различных температурах нагрева. Цветовой температурой лампы считается температура, до которой необходимо нагреть АЧТ, чтобы оно излучало свет примерно того же спектрального состава и цветовой окраски, что и данная лампа. Единица измерения: К (кельвин). Если температура «черного тела» повышается, то синяя составляющая в спектре возрастает, а красная убывает: свет по ощущению становится все «холоднее». Для практического руководства существуют четыре категории цветовых температур:

2500—2800 К

теплый/уютный

Цвет излучения ламп накаливания, соответствующих люминесцентных и компактных люминесцентных ламп, а также НЛВД типа «*White SON*». В основном используется для создания мирной и расслабляющей световой среды в интимных и уютных пространствах.

2800—3500 К

теплый/нейтральный

Цвет излучения галогенных ламп накаливания, соответствующих люминесцентных и металлогалогенных ламп. Используется для создания комфортной световой среды там, где люди активны и деятельны.

3500—5000 К

нейтральный/холодный

Цвет излучения соответствующих люминесцентных, индукционных, ртутных и металлогалогенных ламп. Обычно используется при освещении пространств, где необходимо создать дух холодной эффективности.

5000 К и выше

холодный/ «небесный»

Цвет, в наибольшей степени соответствующий цвету естественного света в пасмурный день. Присущ соответствующим люминесцентным, металлогалогенным и ксеноновым лампам.

Цветовой график (график поверхностей, цветовой треугольник)

Графическое изображение на плоскости совокупности координат цветности. Каждой цветности однозначно соответствует точка графика цветностей.

Цветовой контраст

См. «Контраст».

Цветовой тон

Характеристика цвета (воспринимаемого), описываемая словами: синий, зеленый, красный и т.д. Приближенно соответствует колориметрическому (объективному) понятию: доминирующая длина волны излучения.

Цветовой оттенок

Общее выражение для описания цветового впечатления, получаемого при наблюдении источника света или хроматического объекта.

Цветовое пространство

Трехмерное пространство для геометрического изображения цвета.

Цветовое тело

Часть цветового пространства, включающая все цвета отражающих и пропускающих свет объектов в условиях данного освещения.

Цветопередача

Общее выражение, характеризующее влияние спектрального состава источника света на зрительное восприятие цветных объектов, сознательно или бессознательно сравниваемое с восприятием тех же объектов, освещенных стандартным источником.

В зависимости от места установки ОП и выполняемой ими задачи искусственный свет при необходимости должен обеспечивать возможность наилучшего восприятия цвета (как при естественном дневном свете). Данная возможность определяется характеристиками цветопередачи источника света, которые выражаются с помощью «общего индекса цветопередачи R_a, который отражает уровень соответствия видимого цвета тела с его цветом при освещении эталонным источником света. Для определения значения R_a фиксируется сдвиг цвета с помощью 8 стандартных эталонных цветов, который наблюдается при направлении света тестируемого или эталонного источника света на эти эталонные цвета. Чем меньше отклонение воспринимаемого цвета эталона при свете, излучаемом тестируемой лампой, от эталонного цвета при стандартном источнике, тем лучше характеристики цветопередачи этой лампы.

Источник света с показателем цветопередачи R_a = = 100 излучает свет, оптимально отражающий все цвета как свет эталонного источника света. Чем ниже значение R_a, тем хуже передаются цвета освещаемого объекта. Европейский стандарт по освещению *CEN* 12464-1:2002 и новый *SLL* осветительный кодекс регламентируют новое значение минимального индекса цветопередачи R_a. Помимо определенного R_a, рекомендуемого в списке для различного типа осветительных задач, во всех местах с пребыванием людей более двух часов должны использоваться источники света с R_a, не меньшим 80.

Цилиндрическая освещенность ($E_ц$)

Характеристика насыщенности помещения светом. Определяется как средняя плотность светового потока на поверхности вертикально расположенного цилиндра, радиус и высота которого стремятся к нулю. Расчет цилиндрической освещенности производится инженерным методом. В принципе характеристика применима для оценки светонасыщенности городских пешеходных пространств.

Чистота цвета (воспринимаемая) **(P)**

Характеристика цветового ощущения, позволяющего оценить долю чистой хроматической составляющей в общем цветовом ощущении.

Шаг светильников

Расстояние между светильниками в одном ряду по линии их расположения.

Ширина светового пучка

Угол (в плоскости, содержащей ось светового пучка), в пределах которого сила света снижается до заданной доли от максимальной силы света ОП.

Экранирование

Способ защиты глаз от прямого света ламп и ярких поверхностей светового прибора для снижения его блескости. В уличном освещении различают экранированные, полуэкранированные и неэкранированные светильники. В отечественной практике они именуются приборами ограниченного, полуограниченного и неограниченного светораспределения.

Эффект Пуркине

Снижение светлоты красного цвета по сравнению со светлотой синего цвета, когда яркости уменьшены в одинаковой пропорции без изменения спектрального состава. Это явление проявляется при переходе от дневного к ночному зрению и обуславливается изменением функции спектральной световой эффективности излучения: длина волны максимальной эффективности перемещается в сторону коротких длин волн.

Явление Бецольда—Брюкке

Изменение цветового ощущения при изменении уровня яркости в пределах, соответствующих области дневного зрения.

Яркостной контраст

См. «Контраст».

Яркость (L)

Яркость — объективная физическая величина. Непосредственно воспринимаемая глазом, она выражает силу зрительного ощущения, вызываемого источником света (первичным или вторичным), субъективно оценивается светлота этого источника.

Яркость — это отношение интенсивности света (I, кд), излучаемого объектом в заданном направлении, к проекции поверхности этого объекта (S, м^2) на плоскость, перпендикулярную к этому направлению.

Единица измерения: кд/м^2.

Таким образом, на величину яркости объекта оказывают влияние различные факторы:

— первичный источник света;

— поверхность отражения (вторичный источник), ее фактура и коэффициент отражения;

— положение наблюдателя.

Яркость, в частности, используется для обозначения уровня комфорта (отсутствия ослепления) при уличном и внутреннем освещении.

Яркость вуалирующей пелены (L_v)

Количественный критерий для оценки физиологической слепимости. Световое излучение, рассеиваемое в глазных средах, накладывается на внешнюю яркость поля зрения и обуславливает снижение контраста.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Азизян И.А.* Искусство света в городе // В кн. «Огни Москвы». — М., 2001.
2. *Беляева Е.Л.* Архитектурно-пространственная среда города как объект зрительного восприятия. — М.: Стройиздат, 1977.
3. *Божков Х., Папагалов Г.* Осветяване на архитектурни и художествени обекти // София: «Техника», 1971.
4. *Вавилов С.И.* Глаз и солнце. — М.: «Наука», 1976.
5. *Величковский Б.М., Зинченко В.П., Лурия А.Р.* Психология восприятия. — М.: МГУ, 1973.
6. *Вергунов А.П., Денисов М.Ф., Ожегов С.С.* Ландшафтное проектирование. — М.: Стройиздат, 1991.
7. *Внешнее* декоративное освещение. // Публикация МКО № 94: 1993.
8. *Волоцкой Н.В.* Светотехника. — М.: Стройиздат, 1979.
9. *Галеев Б.М.* Театрализованные представления «Звук и Свет» под открытым небом. — Казань, 1991.
10. *Галеев Б.М.* Светомузыка: становление и сущность нового искусства. — Казань: Татиздат, 1976.
11. *Гапонов С.И., Щербина Г.А.* Праздничное световое оформление городов. — Киев: «Будівельник», 1976.
12. *Гибсон Д.* Экологический подход к зрительному восприятию. — М.: «Прогресс», 1988.
13. *Грегг Д.* Опыты со зрением. — М.: «Мир», 1970.
14. *Грегори Р.Л.* Глаз и мозг. Психология зрительного восприятия. — М.: «Прогресс», 1970.
15. *Грегори Р.Л.* Разумный глаз. — М.: «Мир», 1972.
16. *Гусев Н.М.* Свет в архитектуре. — М.-Л.: ОНТИ Стройиздат, 1937.
17. *Гусев Н.М.* Архитектурная светотехника. — М.-Л.: Госархиздат, 1949.
18. *Гусев Н.М., Макаревич В.Г.* Световая архитектура. — М.: Стройиздат, 1973.
19. *Гусев Н.М.* Основы строительной физики. — М.: Стройиздат, 1975.
20. *Гутнов А.Э.* Эволюция градостроительства. — М.: Стройиздат, 1994.
21. *Дамский А.И.* Электрический свет в архитектуре города. — М.: Стройиздат, 1970.
22. *Ефимов А.В.* Колористика города. — М.: Стройиздат, 1980.
23. *Ефимов А.В.* Формообразующее действие полихромии в архитектуре. — М.: Стройиздат, 1984.
24. *Иконников А., Степанов Г.* Основы архитектурной композиции. — М.: Искусство, 1971.
25. *Иконников А.В.* Художественный язык архитектуры. — М.: «Искусство», 1985.
26. *Келер В., Лукхардт В.* Свет в архитектуре. — М.: Госстройиздат, 1961.
27. *Колейчук В.Ф.* Кинетизм. — М.: Галарт, 1994.
28. *Линч К.* Образ города. — М.: Стройиздат, 1982.
29. *МГСН 2.06-99.* Естественное, искусственное и совмещенное освещение. — М., 1999.
30. *Международный* светотехнический словарь. — М.: «Русский язык», 1979.
31. *Мешков В.В.* Основы светотехники, ч. 1. — М.: «Энергия», 1979.
32. *Мешков В.В., Епанешников М.М.* Основы светотехники, ч. II. — М.: «Энергоатомиздат», 1989.
33. *Мешков В.В., Матвеев А.Б.* Осветительные установки. — М.: «Энергия», 1972.
34. *Оболенский Н.В., Щепетков Н.И., Мигалина И.В.* Архитектурное освещение. Гл. 4. Архитектурное цветоведение. Гл. 6. / В учебнике «Архитектурная физика». — М.: Стройиздат, 1997.
35. *Оболенский Н.В., Щепетков Н.И.* и др. Руководство по проектированию архитектурного освещения застройки в центральной части и исторических зонах Москвы. — М., 1997.
36. *Рагон М.* Города будущего. — М.: «Мир», 1969.

37. *Саймондс Д.О.* Ландшафт и архитектура. — М.: Стройиздат, 1965.
38. *СНиП 23-05-95.* Естественное и искусственное освещение. — М.: Стройиздат, 1999.
39. *Справочная* книга по светотехнике. — М.: Энергоатомиздат, 1983.
40. *Филин В.А.* Видеоэкология. — М.: «ТАСС-Реклама», 1997.
41. *Флоренский П.А.* Иконостас. — М.: «Искусство», 1994.
42. *Цойгнер Г.* Учение о цвете. — М.: Стройиздат, 1971.
43. *Шимко В.Т.* Архитектурное формирование городской среды. — М.: «Высшая школа», 1990.
44. *Щепетков Н.И.* Формирование светоцветовой среды Москвы как новый прием повышения художественной выразительности города. / В кн. «Градостроительство Москвы: 90-е годы XX века». — М., 2001.
45. *Щепетков Н.И.* Свет в архитектуре современной Москвы. / В кн. «Огни Москвы». — М., 2001.
46. *Щепетков Н.И.* Проектирование архитектурного освещения города: Учеб. пособие. — М.: МАрхИ, 1986.
47. *Щепетков Н.И.* Световая среда открытых архитектурных пространств / Гл. 8 учебника «Дизайн архитектурной среды». — М.: «Архитектура-С», 2004.
48. *Щипанов А.С.* Освещение в архитектуре интерьера. — М.: Госстройиздат, 1960.
49. *Яргина З.Н.* Эстетика города. — М.: Стройиздат, 1991.
50. *Журналы* «Светотехника» / 1960—2005; «Мир света» / 1997—1998; «Империя света» / 2000—2003; «Иллюминатор» / 2002—2005; «Light Design» / 2004—2005.
51. *Clair L.* Architectures de Lumieres//Paris, Fragments Editions, 2003.
52. *Gardner C., Molony R.* Transformations: Light. // Roto Vision SA, 2001.
53. *Heigl F.* Interfarbe — 68. // International Farbentagung, Dresden, 1968.
54. *History* of Lights and Lighting. // Philips Lighting.
55. *Jankowski W.* Lighting: Exteriors and Landscapes. // New York, PBC International, INC, 1993.
56. *Jankowki W.* Creative Lighting. Custom and Decorative Luminaires // N.-Y., 1997.
57. *Kalff L.C.* Creative Light. // London, Macmillan Press Ltd, 1972.
58. *Kersale Y.* Expeditions lumieres. Hazan // Monotypes Editions, 1994.
59. *Kersale Y.* Lumiere Matiere // Tokyo, DAI NIPPON Printing Co., Ltd, 1998.
60. *Larson L.* Lighting and its Design. // Whitney Library of Design. N.-Y, 1964.
61. *Leslie R.P., Rodgers P.A.* The Outdoor Lighting Pattern Book.
62. *Lurcat A.* Formes, composition et lois d'harmonie. // Paris.
63. *Mende K+* Lighting Planners Associates Inc.A Manner in Architectural Lighting design. // Tokyo, DAI NIPPON Printing Co., Ltd, 1999.
64. *Mende K+* Lighting Planners Associates Inc. Designing with Light and Shadow. // The Images Publishing Group Pty Ltd, 2000.
65. *Monzer L.* Venkovni osvetleni architektur. // Praha. SNTL, 1980.
66. *Myerson J.* International Lighting Design. // London, Laurebnce King, 1996.
67. *Narboni R.* La Lumiere urbaine. Eclairer les Espaces Publics. // Paris, Le Moniteue, 1995.
68. *Narboni R.* La Lumiere et le Paysage. Creer des paysages nocturnes// Paris, Le Moniteur, 2003.
69. *Neumann D.* Architecture of the Night. // Munich—Berlin—London. New York. Prestel, 2002.
70. *Thomsen C.W.* Mediarchitecture. Parts 1—10 // A+U, 1994, №01 (280) — 1996, № 09 (312).
71. *Transnational* Lighting Detectives // Tokyo, 2004.

СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие 3

Введение 4

Глава 1. **Свет, зрение и ночная среда города** 10
1.1. Основные понятия светологии 11
1.2. Зрительное восприятие городской среды при искусственном освещении 16
1.3. Цветной свет в ночной среде города 25

Глава 2. **Техника и нормы искусственного освещения** 46
2.1. Из истории искусственного освещения городов 46
2.2. Электрические источники света 91
2.3. Осветительные приборы и устройства 108
2.4. Нормирование наружного освещения 113
2.5. Экология городского освещения 118

Глава 3. **Основы светового дизайна городской среды** 130
3.1. Электрический свет в городской среде 131
3.2. Основные компоненты искусственной световой среды города 134
3.3. Освещение и архитектурная форма 144
3.4. Критерии оценки световой среды города 154
3.5. Теоретическая модель светопространственной структуры городской среды 160

Глава 4. **Город как объект светоурбанистического проектирования** 174
4.1. Исторические и методологические основы светового урбанизма 175
4.2. Светопланировочная структура города и его элементов 181

Глава 5. **Световой ансамбль — основная структурная единица ночного облика города** 195
5.1. Типология масштабов восприятия объектов светового дизайна 196
5.2. Формирование световых ансамблей городской застройки 201
5.3. Формирование ландшафтно-световых ансамблей 211

Глава 6. **Световой дизайн городских объектов** 233
6.1. Светомоделирование как метод светового дизайна 233
6.2. Принципы построения светового образа объектов 246
6.3. Светодизайн зданий и сооружений 252
6.4. Светодизайн элементов городского ландшафта 269
6.5. Дизайн элементов осветительных систем 280

Заключение 302

Словарь терминов 308

Список литературы 317