

ГРАДОСТРОИТЕЛЬСТВО. ПЛАНИРОВКА СЕЛЬСКИХ НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТОВ

УДК 711.41:628.921

DOI: 10.17673/Vestnik.2017.04.21

Л.Н. ОРЛОВА

ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ ОПТИМИЗАЦИИ СВЕТОВОЙ СРЕДЫ ГОРОДОВ

PROBLEMS AND PROSPECTS OF OPTIMIZING OF CITIES LIGHT ENVIRONMENT

Проблема оптимизации световой среды городов является одной из острейших проблем современного градостроительства. Естественная световая среда – распределение излучения оптического диапазона спектра в пространстве, воспринимаемое человеком в виде зрительных и других психофизиологических реакций, а также физического и биологического состояния среды его жизнедеятельности. Уровнем утилизации естественного света в значительной мере определяются здоровье и санитарно-эпидемиологическое благополучие населения, экономика городского хозяйства, эффективность капиталовложений в строительство и сохранность невозобновляемых природных энергетических ресурсов страны. В статье на основе проведенного исследования излагаются методологические основы формирования световой среды и выявляется ряд перспективных направлений ее оптимизации как основного формообразующего, экологического и экономического фактора структурно-пространственного развития городов.

Ключевые слова: световая среда, оптическая теория светового поля, компьютерное моделирование световых полей в атмосфере, пространствах городской застройки и помещений

Современные тенденции к уплотнению городской застройки, снижающие поступление света в пространства застройки и помещений, с особой остротой ставят проблему оптимизации их светового режима как основного формообразующего, экологического и экономического фактора структурно-пространственного развития городов.

Проведенное исследование «Основы формирования световой среды городской застройки» [1] позволило выработать методологические основы формирования световой среды городов и выявить ряд перспективных направлений ее оптимизации. Дано теоретическое обоснование и разработаны достоверные методы компьютерного расчета и визуализации световых полей в атмосфере, пространствах городской застройки и помещений на основе принципиально нового понимания структуры световой среды [2].

Впервые закономерности инсоляции изложены в общепринятых в науке и адекватных явлению поня-

The problem of optimizing the light environment of cities is one of the major problems in current urban planning. Natural light environment is a distribution of the optical radiation spectrum in space, perceived in the form of visual and other psycho-physiological reactions and physical and biological state of the environment of his life. Health and sanitary-epidemiological welfare of the population, municipal economy, efficiency of capital investment in the construction and preservation of non-renewable natural energy resources of the country are determined by level of utilization of natural light. In article on the basis of the study methodological bases of formation of the light environment are proposed and a number of promising directions of optimization as the main formative, environmental and economic factors of structural-spatial development of cities are revealed.

Keywords: light environment, optical theory of the light field, computer simulation of the light fields in the atmosphere, the spaces of city building and premises

тиях и терминах теории колебаний [3]. В затеняемых пространствах застройки и помещений инсоляция представляет собой симметричные относительно солнцестояний уникальные колебательные импульсы. В годовом периоде колебания фазовые промежутки, в которые возможно обеспечить инсоляцию территорий и помещений, в каждой конкретной экранирующей ситуации следует определять расчетным путем. Для этого создан инсоляционный модуль в составе пакета «Программа расчета инсоляции и естественного освещения», практически мгновенно рассчитывающий и визуализирующий годовой режим инсоляции территорий и помещений. Быстрота подготовки исходных данных и самих расчетов, качество и наглядная информативность расчетной документации несопоставимы с ручной методикой. Пример компьютерного расчета повторяющихся годовых колебаний полей инсоляции помещений жилого дома по ул. Верхне-Печерской в Нижнем Новгороде приведен на рис.1.

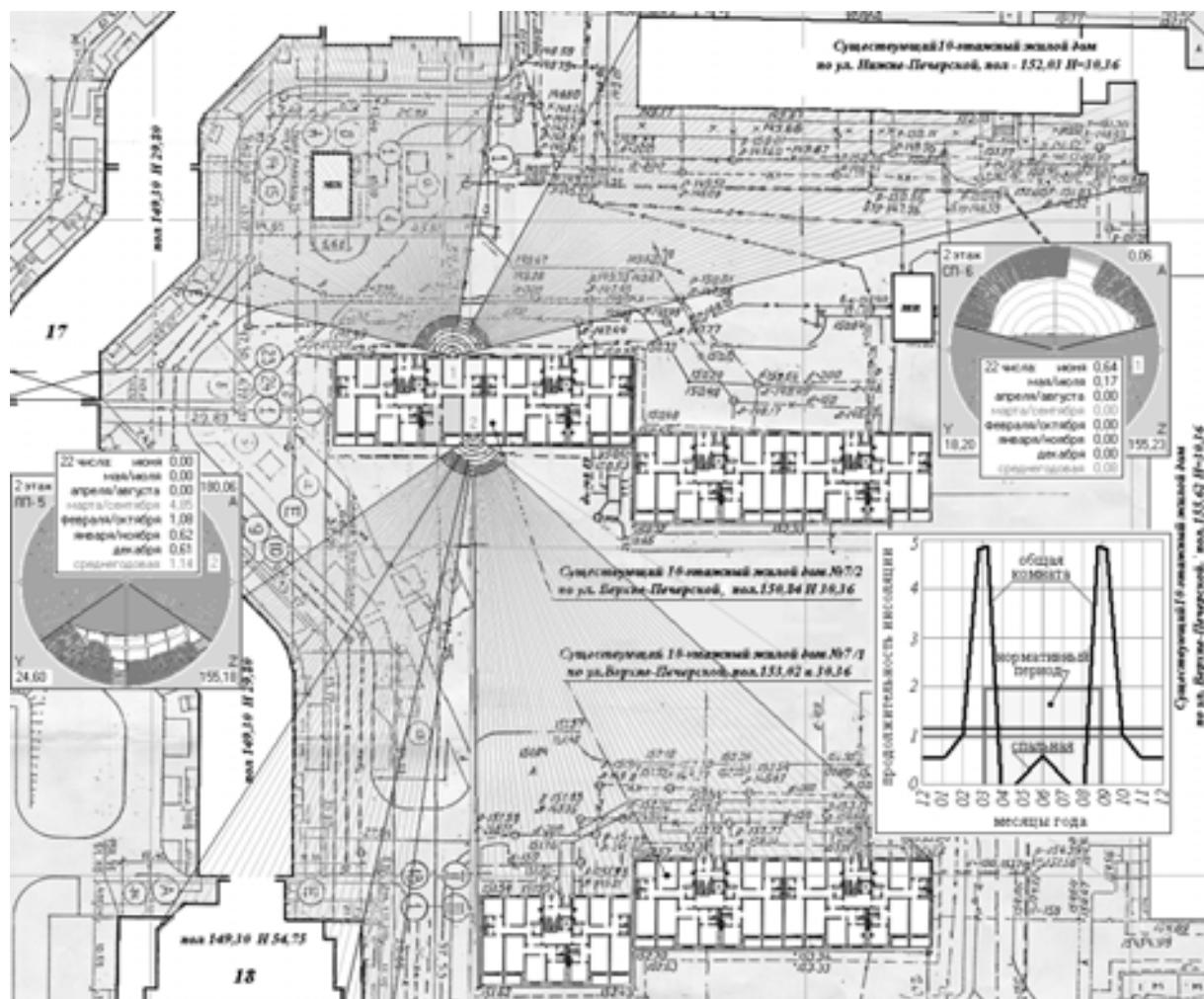


Рис 1. Годовой режим инсоляции трехкомнатной квартиры на втором этаже дома №7/2 по ул. Верхне-Печерской в Нижнем Новгороде

Разработана спектрально-колориметрическая радиационная модель безоблачной земной атмосферы, позволяющая вычислять любые спектральные, интегральные и эффективные характеристики в оптическом диапазоне спектра при широком варьировании параметров атмосферы, которая предназначена для моделирования и визуализации световой среды в застройке и помещениях [4]. Количественные и визуальные исследования компьютерной модели (модуль ClearSky) показали, что картины яркости и цветности неба от конца астрономических сумерек и до полного восхода над горизонтом солнечного диска являются наиболее показательными для оценки полноты, достоверности и точности математической модели источника естественного освещения [5]. Современная цифровая видео- и вычислительная техника предоставляет широкие возможности для фиксации и натурных исследований яркости и цветности неба и численно-визуального сопоставления их результатов с расчетно-теоретическими моделями.

Построены радиационные модели территорий и помещений, выявлены основные закономерности их эффективного облучения при открытом горизонте и при затеняющем действии застройки [1]. При этом обнаружено отсутствие корреляции между полями продолжительности инсоляции и эффективного облучения. Показано, что для сравнительной оценки радиационного режима территорий и помещений представительными являются годовые дозы облучения и отнесенные к ним экстремальные и локальные характеристики облучения в годовых циклах.

Разработана методология расчета естественной освещенности городской застройки [6–11] на основе оптической теории светового поля, которая впервые с наглядной очевидностью объяснила сложнейшую структуру реальных световых полей как аддитивную комбинацию пространственно-импульсных рассеянных, размытых и четких оптических изображений светящихся объектов [2]. Это позволило использовать для описания таких полей адекватные яв-

нию терминологию и математические аппараты геометрической оптики, проективной геометрии и теории интегральных уравнений.

Осуществлено математическое моделирование многократных отражений света и рассчитаны поля отраженной составляющей освещенности численным решением систем интегральных уравнений освещенности на ПЭВМ. Синтезируемые реальные цветные изображения прямоугольного помещения с любой заданной системой диффузного освещения

являются наглядным доказательством истинности построенной модели отраженной составляющей освещенности, подтверждением достоверности и точности расчета световых полей [8].

Разработана и реализована методика компьютерного расчета и визуализации полей освещенности на территориях и фасадах зданий небом конхoidalной яркости (в том числе облачным небом МКО – Международной комиссии по освещению) в реальной городской среде любой заданной конфигурации [10] (рис. 2).

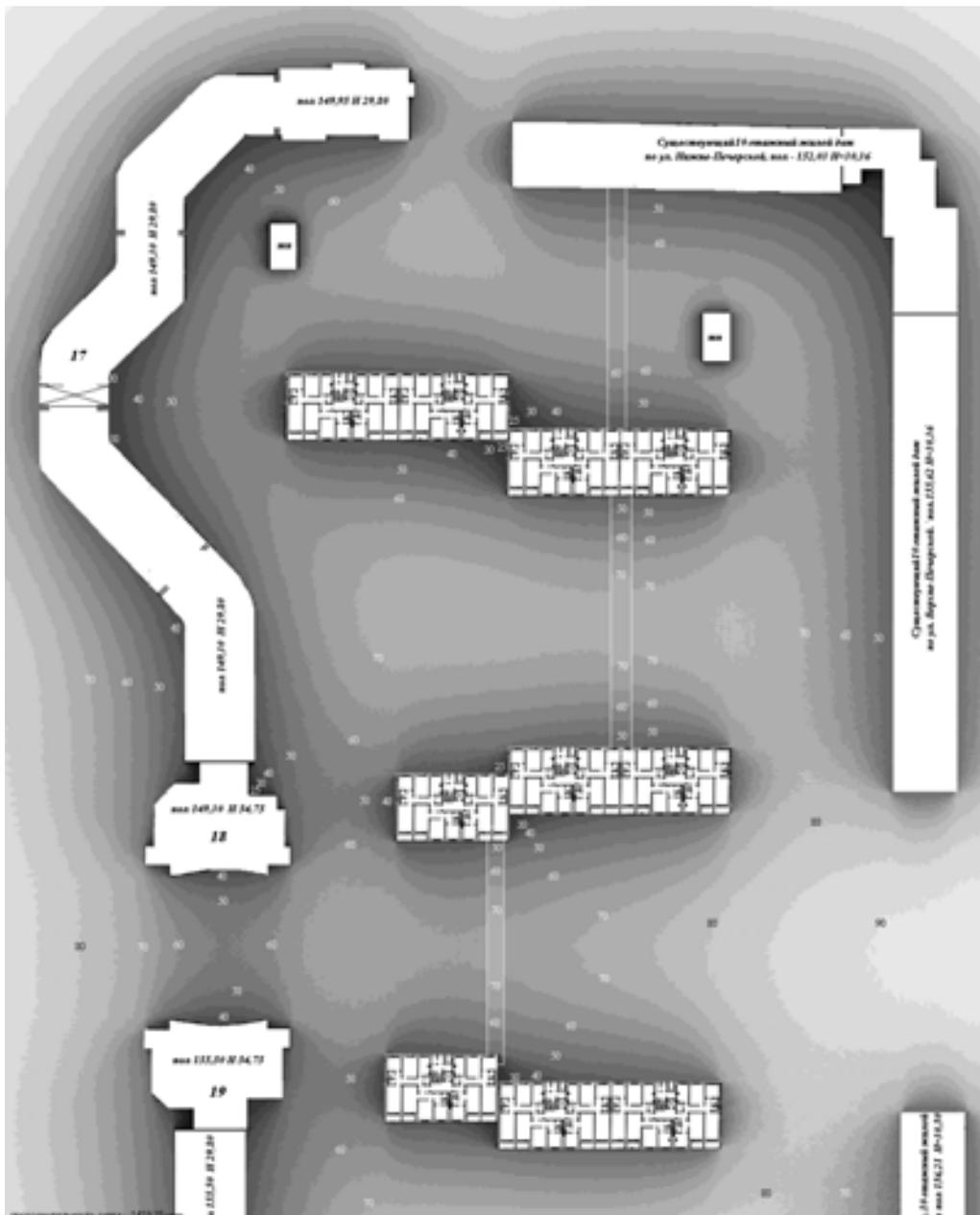


Рис. 2. Поле прямой составляющей КЕО (коэффициент естественного освещения) на расчетном участке застройки в микрорайоне VIII «Верхние Печеры» в Нижнем Новгороде (градиация изолиний поля – 5 % КЕО, градиация яркости линейная)

Создан эталонный модуль Domicile, предназначенный для моделирования и исследования светового поля в помещениях, выходящих в бесконечную

уличную полость, а также для тестирования программ, предназначенных для расчета естественного освещения [9] (рис. 3).

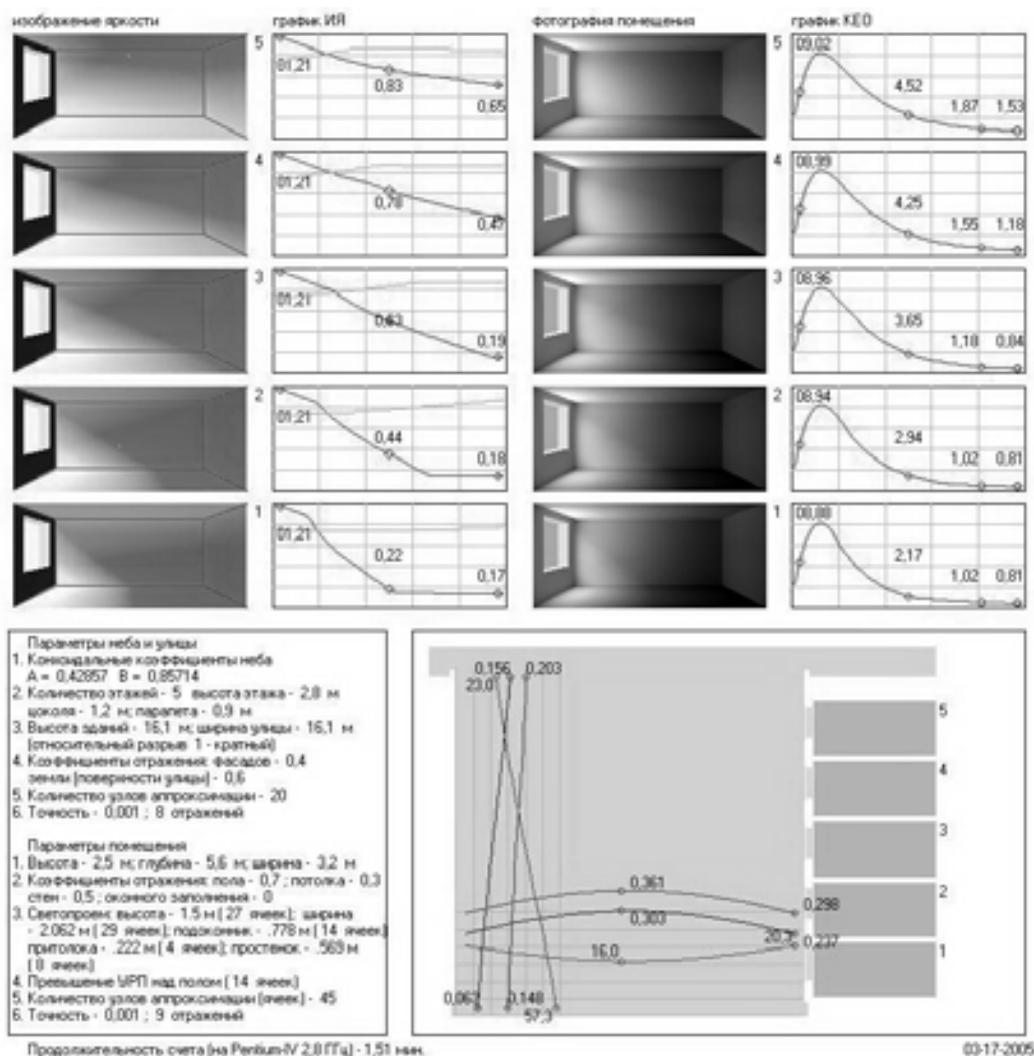


Рис. 3. Фотографически точные перспективные изображения разрезов здания в помещениях всех этажей многоэтажного здания в условиях уличной застройки, освещаемой небом конхoidalной яркости

Разработан программный комплекс – оверлейный пакет для практических расчетов и визуализации инсоляции и естественного освещения [12,13]. Физическая корректность и точность пакета, значительно превосходящего другие программы по скорости счета, подтверждена хорошей сходимостью результатов расчета с лучшими зарубежными программами [14–16].

Выводы. 1. Разработанные теоретические методы численного моделирования и компьютерной визуализации световых полей в пространствах городской застройки и помещений предоставляют в распоряжение градостроительной науки и практики весьма эффективный современный инструмент

решения проблем оптимизации светового режима застройки.

2. На их основе даны рекомендации по совершенствованию нормирования естественной световой среды. Применение предложенных принципов оптимизации параметров световой среды открывает новые возможности упорядочения городской застройки и рационального повышения ее плотности при сохранении необходимых гигиенических качеств среды обитания. При этом достигается технико-экономическая эффективность проектов, повышение качества и производительности труда проектировщиков и экспертов.

3. Проведенные исследования выявили ряд актуальных задач оптимизации световой среды в пространствах застройки и помещений, а также некоторые смежные проблемы, от решения которых зависит продуктивность дальнейших градостроительных исследований и эффективность использования компьютерных технологий в градостроительном проектировании:

- выработка основополагающих принципов, методов и норм градостроительного проектирования на основе дифференцированного подхода к нормированию световой среды городской застройки;

- создание автоматизированной системы расчета и моделирования световой среды, пригодной для функционирования в любых пакетах компьютерных программ архитектурно-строительного проектирования и операционных системах;

- светотехническая паспортизация существующего и вновь возводимого жилья, определяющая его рыночную стоимость на основе достоверных методик оценки соответствия светотехнических качеств застройки научно обоснованным нормам естественного освещения и инсоляции жилищ.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Орлова Л. Н. Основы формирования световой среды городской застройки: дис. ... д-ра техн. наук. Нижний Новгород: Нижегород. гос. арх.-строит. ун-т, 2006. 441 с.
2. Бахарев Д. В., Орлова Л. Н. Изображение оптическое (к определению основного понятия теории светового поля) // Светотехника. 2007. № 2. С. 4–7.
3. Бахарев Д. В., Орлова Л. Н. О нормировании и расчете инсоляции // Светотехника. 2006. № 1. С. 9–12.
4. Орлова Л. Н. Радиационная модель безоблачной атмосферы в оптическом диапазоне спектра // Светотехника. 1993. № 2. С. 1–4.
5. Бахарев Д. В., Орлова Л. Н., Ширококов А. Ф. О визуализации спектральной модели безоблачного неба и солнца // Светотехника. 2000. № 4. С. 30–34.
6. Бахарев Д. В., Орлова Л. Н. Яркость городской среды // Светотехника. 1990. № 10. С. 9–11.
7. Бахарев Д. В., Орлова Л. Н. О рефлекторном действии земли на освещенность помещений // Светотехника. 1992. № 2. С. 8–9.
8. Бахарев Д. В., Орлова Л. Н., Ширококов А. Ф. О визуализации расчета световых полей // Светотехника. 1999. № 5. С. 25–32.
9. Бахарев Д. В., Орлова Л. Н. Световое поле помещений в уличной среде // Тез. докл. науч.-техн. конф. «Архитектура и строительство-2003». Ч.2. Н. Новгород: Нижегород. гос. арх.-строит. ун-т, 2004. С. 4–5.
10. Бахарев Д. В., Орлова Л. Н. Освещенность городской среды небом конхoidalной яркости // Великие реки – 2004: тез. докл. Междунар. науч.-промышл. форума. Н. Новгород: Нижегород. арх.-строит. ун-т, 2004. С. 248–250.
11. Бахарев Д. В., Орлова Л. Н. Свет и тень (к теории оптических изображений) // Великие реки–2005: тез. докл. Междунар. науч.-промышл. форума. Н. Новгород: Нижегород. арх.-строит. ун-т, 2005. Т.2. С. 30–32.
12. Бахарев Д. В., Орлова Л. Н. Программа расчета инсоляции и естественного освещения // Великие реки–2001: тез. докл. Междунар. науч.-промышл. форума. Н. Новгород: Нижегород. арх.-строит. ун-т, 2002. С. 323.
13. Орлова Л. Н. Компьютерное обеспечение решения градостроительной проблемы естественного освещения и инсоляции жилищ // Развитие современных городов и реформа жилищно-коммунального хозяйства: тез. докл. Третьей Междунар. науч.-практ. конф. / Московский ин-т коммунального хозяйства и строительства. М., 2005. С. 106–108.
14. Бахарев Д. В., Зимнович И. А., Орлова Л. Н. Компьютерный расчет естественного освещения: справочная книга по светотехнике / под ред. Ю.Б. Айзенберга. 3-е изд. перераб. и доп. М.: Знак, 2006. 976 с.: ил.
15. Ward Larson. G. R. Shakespeare. Rendering with Radiance. The Art and Science of Lighting Visualization. San Francisco. 1998. CA: Morgan Kaufman Publishers. 1998.
16. Ward G.J. The Radiance Lighting Simulation and Rendering System // Computer Graphics Proceedings. ACM SIGGRAPH. 1994. P. 459–472.

Об авторе:

ОРЛОВА Людмила Николаевна

доктор технических наук, доцент, профессор кафедры городского строительства
Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет
603950, Россия, г. Н. Новгород, ул. Ильинская, 65,
тел. (831) 433-87-94
E-mail: orludm.orlova@yandex.ru

ORLOVA Lyudmila N.

Doctor of Engineering Science, Professor of the Urban Construction Chair
Nizhny Novgorod State University of Architecture and Civil Engineering
603950, Russia, Nizhny Novgorod, Iljinskaya str, 65,
tel. (831) 433-87-94
E-mail: orludm.orlova@yandex.ru

Для цитирования: Орлова Л.Н. Проблемы и перспективы оптимизации световой среды городов // Градостроительство и архитектура. 2017. Т.7, №4. С. 122-126. DOI: 10.17673/Vestnik.2017.04.21.

For citation: Orlova L.N. Problems and prospects of optimizing of cities light environment // Urban construction and architecture. 2017. V.7, 4. Pp. 122-126. DOI: 10.17673/Vestnik.2017.04.21.