

# Постановка задач по применению световодов и отражения света фасадами для улучшения условий инсоляции и повышения КЕО при реконструкции городской застройки

Г.Д. ГРИЦИЕНКО, В.Ф. КАСЬЯНОВ<sup>1</sup>

ФГБОУ ВПО «Московский государственный строительный университет», Москва

## Аннотация

Проведён анализ отечественных и зарубежных технологий по повышению инсоляции и коэффициента естественной освещённости (КЕО) при реконструкции городской застройки. Намечены задачи, решением которых при использовании световодов и отражения света фасадами улучшается экологическая обстановка и комфорт проживания жителей в крупном городе.

**Ключевые слова:** градостроительство, городская застройка, реконструкция, инсоляция, КЕО, световоды.

В настоящее время при реконструкции городской застройки (ГЗ) градостроители решают ряд проблем, одна из которых – проблема инсоляции [1]. Именно при разработке проектов, связанных со строительством и реконструкцией ГЗ, в первую очередь и учитывается инсоляция территорий и зданий в качестве важного градостроительного фактора. В уже сложившейся ГЗ нормы инсоляции могут не обеспечиваться, что связано с отсутствием на момент проектирования этих зданий норм и методов расчёта уровня инсоляции. Существуют проблемы и при точечной ГЗ. Вновь возведённое достаточно высокое здание при неправильном проектировании может затенять окружающую ГЗ. Кроме того, подобные проблемы есть и при разработке проектов реконструкции промышленных зданий, находящихся внутри ГЗ. При реконструкции промышленных зданий очень часто изменяется функциональное назначение здания. И здесь, конечно, появляются определённые ограничения, прежде всего вызванные конструктивными особенностями зданий и их расположением от-

носительно сторон света и т. д. При проектировании и расположении административных и промышленных зданий вопрос учёта поступления солнечной энергии в здания рассматривается иначе, чем для жилых зданий, поэтому ориентация здания, функциональное назначение которого после реконструкции будет изменено, зачастую препятствует его равномерно облучению. При разработке проектов реконструкции зданий учитывается и фактор сочетаемости реконструируемого экстерьера здания с окружающей застройкой. Все названные выше причины ограничивают проектировщиков в выборе объёмно-планировочных решений. Ис-

ходя из этого, необходимо уже сейчас находить новые эффективные планировочные решения и создавать новые технологии учёта условий инсоляции и естественного освещения (ЕО). Более того, это же должно решать существующие неучтённые проблемы инсоляции и ЕО в ГЗ для более комфортного и экономически выгодного проживания людей.

## Использование отражения света фасадами для улучшения условий инсоляции в городской застройке

Рассматривая ограничения условий инсоляции, вызываемые геометрическими особенностями зданий сложившейся ГЗ, следует обратить внимание на здания П-образной формы и здания с дворами-колодцами. Известно, что такие здания часто плохо инсолируются. Для улучшения условий инсоляции, гипотетически, можно отражать солнечное излучение близко расположенными фасадами (рис. 1). Для этого можно использовать поверхность фасадов существующих зданий окружающей ГЗ, можно надстраивать рекон-

Рис. 1. Использование светоотражения фасадами

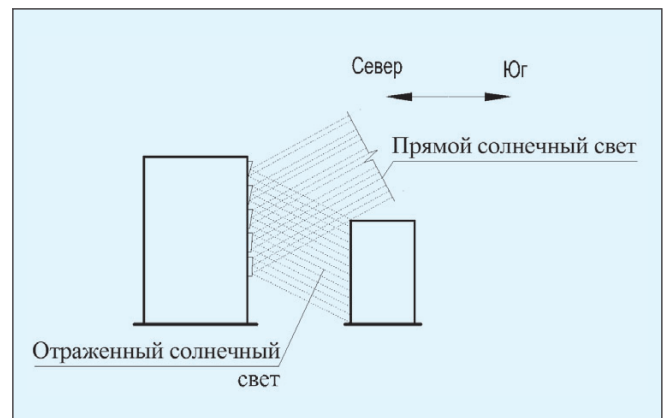
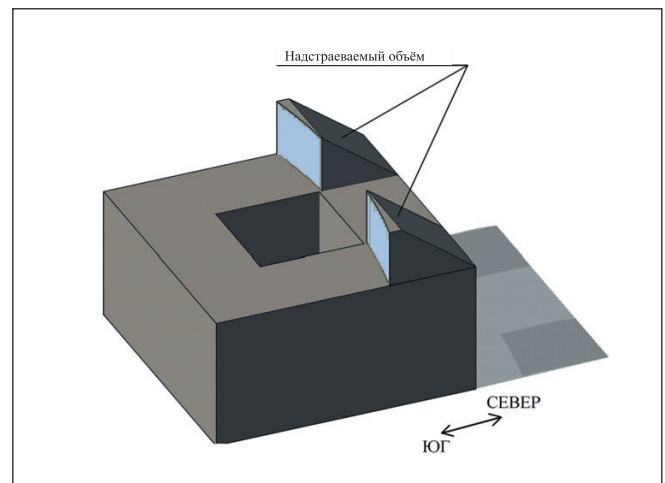


Рис. 2. Концептуальная модель надстройки здания с двором-колодцем (для увеличения поступления отражаемой солнечной энергии на плохо инсолируемые участки здания)



<sup>1</sup> E-mail: tez@mgsu.ru

Рис. 3. Концептуальная модель строительства нового здания, имеющего вогнутую форму (для увеличения поступления отражённой солнечной энергии на северные фасады здания П-образной формы)

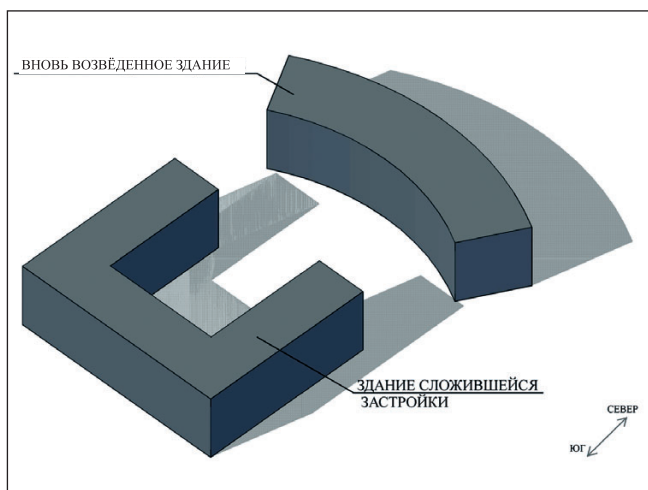
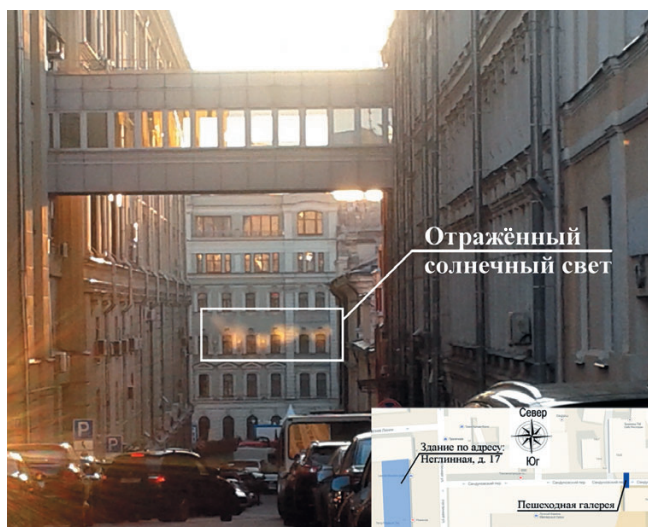


Рис. 4. Солнечное излучение, отражаемое окнами проходной галереи, расположенной в Сандуновском переулке в Москве. Оно падает на восточный фасад здания, расположенного на ул. Неглинная, д. 17. Фотография сделана 06.09.2014 в 19:35



струируемое здание, устраивать стеклянные экраны или же встраивать здания определённой геометрической формы (если при этом не нарушаются нормы инсоляции и ЕО окружающей ГЗ) (рис. 2 и 3).

Однако, при рассмотрении возможности использования отражаемого фасадами солнечного излучения, для улучшения условий инсоляции, которая является фактором, имеющим в первую очередь гигиеническое значение, необходимо учитывать не только видимый, но и УФ, и ИК диапазоны спектра солнечного излучения. Также необходимо определять наиболее оптимальные периоды времени использования отражаемого солнечного излучения, возможную ориентацию фасадов и их геометрическую форму. Говоря об ориентации фасадов, стоит заметить, что, например, в московских широтах наиболее инсолируемы обычно южные, юго-восточные и юго-западные фасады зданий. Уровни плотности солнечной лучистой энергии на этих фа-

садах достаточно высоки. Однако эта энергия либо поглощается этими фасадами, либо отражается в неопределённых направлениях. Данную энергию, гипотетически, можно использовать для улучшения условий инсоляции затенённых зданий, ориентированных на север, запад или восток. Для наглядности, следует обратить внимание на отражаемый окнами зданий солнечный свет. Отражённые лучи падают на рядом стоящие здания. Данное явление особенно заметно в первые часы восхода и последние часы перед закатом солнца, что связано с небольшим углом падения солнечных лучей на плоскость фасадов зданий и, соответственно, небольшим углом отражения (рис. 4 и 5).

Это явление наглядно демонстрирует, что использование отражения фасадами солнечного излучения на затенённые участки зданий возможно при правильной организации ГЗ. И ведь, если внимательно изучать ГЗ, обнаруживаются затенённые дворовые территории или фасады зданий,

нуждающиеся в дополнительном солнечном облучении. При этом стоит отметить необходимость исследований физических свойств отражённого солнечного света, чтобы определить, может ли иметь отражённый свет санитарные и другие необходимые физические свойства, присущие прямому солнечному. Необходимы также социологические опросы жителей городских территорий, в тех местах, где в утренние и вечерние часы в окна домов попадает отражённый солнечный свет, для того, чтобы определить отношение людей к отражённому солнечному свету.

### Использование световодов при реконструкции городской застройки для улучшения условий ЕО

Использовании отражаемого фасадами излучения, гипотетически, может улучшать условия инсоляции окружающей ГЗ, однако задача улучшения условий ЕО реконструируемых зданий так и остаётся нерешённой. Для этого следует привлекать иные технические решения, например применение световодов. Последние способны доставлять солнечный свет в удалённые от световых проёмов помещения. Поэтому их использование особенно актуально при реконструкции зданий. Более того, они имеют важное преимущество перед обычными светопроёмами [5]. Оказывается, при использовании полых трубчатых световодов (ПТС) учитывается суммарная естественная освещённость (учитывается и диффузное солнечное излучение, и прямое), что в свою очередь значительно увеличивает освещение помещения. Поэтому с помощью световодов можно улучшать ЕО помещений, имеющих недостаточный КЕО.

Кроме того, посредством световодов можно повышать КЕО в нормируемых помещениях. Для этого, следует определить, в какой части зданий наиболее остро выражен недостаток поступления естественного света. Очевидно, это внутренние наиболее удалённые от световых проёмов помещения: санузлы, коридоры, лифтовые площадки, помещения цокольного этажа, а также глубокие помещения<sup>2</sup>.

<sup>2</sup> В частности, известно, что сети хозяйственно-бытовой канализации прохо-

Рис. 5. Фотография восточных, и северо-восточных фасадов зданий по адресу: г. Москва, ул. Смольная, д. 33 и 41, к.4 с падающим на них солнечным излучением, отражаемым окнами западного и юго-западного фасадов здания, расположенного по адресу: г. Москва, ул. Смольная д., 24а. Фотография сделана 24.10. 2014 в 15:03



Световоды могли бы решить ещё проблему ЕО: 1) подземных помещений коммунально-бытового назначения (подвальные этажи зданий, подземные гаражи, магазины, торгово-развлекательные комплексы и кинотеатры) и гражданской обороны; 2) транспортных и пешеходных тоннелей и др. Этому следует уделить особое внимание ввиду возрастающей тенденции использования подземного пространства при реконструкции городских территорий и ввиду малой изученности этого вопроса. Так, в книге [7] вопросу ЕО подземных помещений, посвящено лишь два небольших абзаца, что и показывает его малую разработанность в интересующем нас плане реконструкции ГЗ. (При этом автор указывает на перспективность данного направления, в частности, включающего применение волоконных световодов – для разводки солнечного света по подземным помещениям [7].)

Чтобы с помощью световодов можно было решать проблемы ЕО в плане реконструкции ГЗ, необходимы дополнительные научные исследова-

дят ближе к центру здания, поэтому санузлы обычно освещают искусственно, а это довольно затратно. При этом вытяжная система канализации обычно выходит на кровлю здания, и рядом с ней-то и можно размещать световоды для ЕО санузлов.

Также, в частности, заслуживает внимания размещение сетей внутренней ливневой канализации, обычно проходящей через коридоры, которые можно было бы освещать естественным светом, расположив световод рядом со стоком ливневой канализации.

ния. В первую очередь, необходимо определить, какие световоды – волоконные или ПТС – способны передавать солнечное излучение нужного спектрального состава на большое расстояние. Например, волокон-

но-оптическая система «Parans SP3» [8] передаёт только видимую спектральную часть солнечного излучения. Однако можно использовать дополнительную волоконную оптику, передающую в ИК и УФ спектральных диапазонах.

**Существующие и возможные технологии по улучшению условий ЕО и инсоляции. Экономическая целесообразность их использования. Постановка задач**

В настоящее время применяются и разрабатываются разные технологии, методы и устройства для увеличения продолжительности облучения солнечным светом помещений существующих зданий и городских территорий. Необходимо структурировать и лучше связывать их между собой.

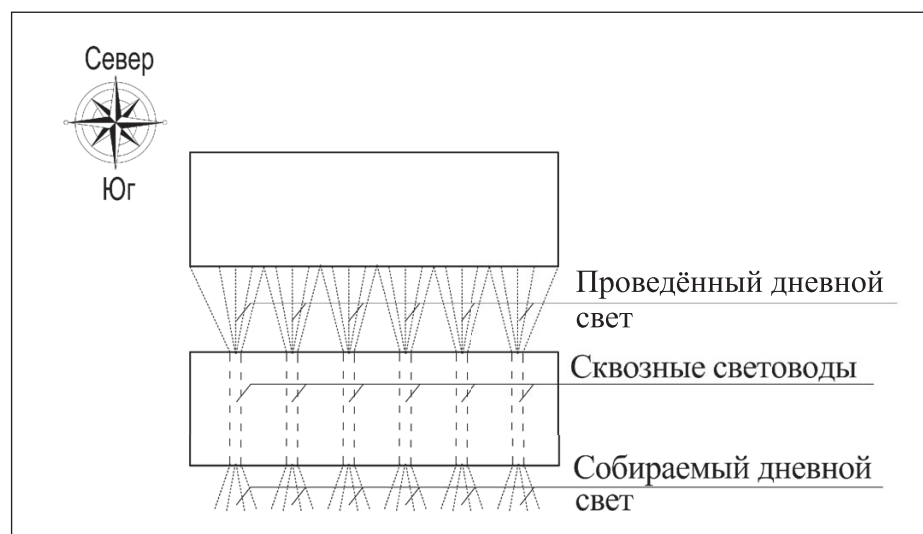


Рис. 6. Принципиально возможные системы сквозных световодов

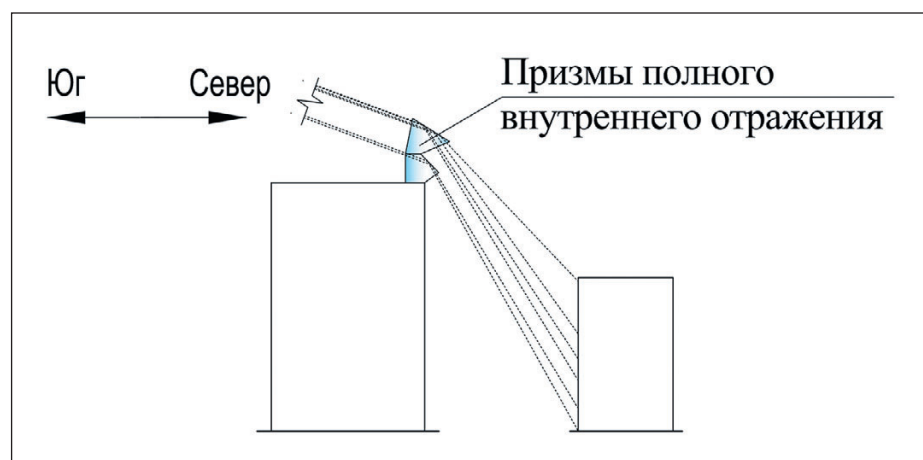


Рис. 7. Принципиально возможная технология: использование призм полного внутреннего отражения



К существующим средствам ЕО относятся:

- ПТС, такие как «*Solartube*», «*Solarspot*» [4], «*Lightway*» или «*Solarway*»;
- волоконно-оптические системы, как, например, «*Parans SP3*» [8];
- системы зеркальных световодов типа «*Daylighting Technology SUNPORTAL*» [9];
- система «*Heliobus*»;
- устройство атриумов, зенитных фонарей и разных купольных светопроводных конструкций на верхних этажах зданий и т. д.

Потенциально-возможными технологиями являются:

- применение систем сквозных оптических световодов (рис. 6);
- использование специальных отражающих поверхностей фасадов (рис. 1);
- применение активной и пассивной солнечной оптики;
- использование призм полного внутреннего отражения (рис. 7);
- применение электрохромных плёнок.

Солнечное излучение, помимо своих уникальных инсоляционных и осветительных функций, – перспективный источник энергии. Разрабатывая новые технические решения по увеличению часов облучения зданий солнечной энергией, попутно решаются проблемы энергоэффективности зданий. Так, Д. Дженкинс и Т. Мунир сделали расчёт экономии от использования ПТС и обосновали экологические преимущества их применения [2]. А исследования по эффективности использования световодов, проведённые во ВНИСИ, показали, что использование солнечного света позволяет экономить 40–70% электроэнергии, затрачиваемой на освещение [1]. Ещё одно преимущество использования ПТС, на примере «*Solarspot*», показано в статье [3], в которой сравниваются приведённые коэффициенты теплопередачи в случаях применения ПТС и зенитных фонарей. Результат расчётов показал, что ПТС более энергоэффективны, чем традиционные зенитные фонари.

Далее, говоря об экономическом обосновании использования световодов, стоит рассмотреть вариант расположения их входа не на кровле здания, а на его южном инсолируемом фасаде. Тем самым, гипотетически, можно повысить теплоподачу в зда-

ние снижением теплопотерь, вызываемых восходящими тепловыми потоками в зимнее время, упростить проблему недоосвещения помещений, удалённых от наружных стен. В тёплый же период года, когда солнечная энергия способствует перегреву здания, в световод можно было бы вводить перекрывающий его поперечное сечение прозрачный элемент с нанесённой на него электрохромной плёнкой, для отражения ИК составляющей излучения.

Использование принципов, предложенных в диссертации [6], может способствовать оптимизации световодов и фасадов, эффективно отражающих солнечный свет.

Для решения проблем реконструкции ГЗ, связанных с градостроительным фактором – инсоляцией, необходимо решить следующие задачи:

- унифицировать, сертифицировать и усовершенствовать световоды;
- разработать градостроительно-планировочные решения расположения фасадов, эффективно отражающих солнечное излучение;
- проверить способность световодов транспортировать, а фасадов отражать необходимую спектральную долю солнечного излучения;
- разработать требования к применению световодов и отражённой солнечной энергии в разных климатических регионах;
- экономически обосновать целесообразность применения световодов и отражения фасадами;
- разработать методику расчёта отражаемой солнечной энергии фасадами зданий;
- разработать рекомендации по улучшению условий инсоляции при реконструкции ГЗ.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Лицкевич В.К., Макриненко Л.И., Оболенский Н.В. Архитектурная физика. – М.: Архитектура-С, 2007. – С. 119, 205.
2. Jenkins D., Muneer T. Modelling light-pipe performances – a natural daylighting solution // Building and Environment. – 2003. – Vol. 38. – P. 965–972.
3. Соловьёв А.К., Туснина О.А. Сравнительный теплотехнический расчёт систем верхнего естественного освещения (зенитные фонари и полые трубчатые световоды) Инженерно-строительный журнал, № 2 (46), Гидравлика. Теплотехника. Ин-

женерные сети зданий. Санкт-Петербургский государственный политехнический университет, инженерно-строительный факультет. 2014. С. 24–35

4. Бракале Дж. Естественное освещение помещений с помощью новой пассивной световодной системы «*SOLARSPOT*» // Светотехника. – 2005. – № 5. – P. 34–42.

5. Соловьёв А.К. Полые трубчатые световоды: их применение для естественного освещения зданий и экономия энергии // Светотехника. – 2011. – № 4. – С. 41–47.

6. Халикова Ф.Р. Совершенствование нормирования и расчёта инсоляции жилых помещений путём учёта интенсивности и дозы ультрафиолетовой радиации / Автореф. дис... к-та техн. наук. – Казань.: КазГАСУ, 2013. – С. 19–21.

7. Пономарёв А.Б. Реконструкция подземного пространства. / Учебное пособие – М.: Ассоциация строительных вузов, 2006. – С. 200

8. Система «*Parans SP3*». URL: <http://www.parans.com/eng/sp3/> (дата обращения: 10.02.2015).

9. Система «*Daylighting Technology SUNPORTAL*». URL: <http://www.theSunportal.com/> (дата обращения: 10.02.2015).



**Грициенко Денис Григорьевич,**  
инженер. Окончил в 2013 г. с отличием ФГБОУ ВПО «Московский государственный строительный университет».

Аспирант кафедры «Техническая эксплуатация зданий» ФГБОУ ВПО «Московский государственный строительный университет»



**Касьянов Виталий Федорович,**  
доктор техн. наук, профессор. Окончил в 1969 г. Московский инженерно-строительный институт. Зав.

кафедрой «Техническая эксплуатация зданий» ФГБОУ ВПО «Московский государственный строительный университет»