

СОЛНЕЧНАЯ ЭНЕРГЕТИКА В РЕКОНСТРУКЦИИ ГОРОДСКОЙ СРЕДЫ ИСТОРИЧЕСКОЙ ЗАСТРОЙКИ САНКТ-ПЕТЕРБУРГА

В. А. Мургул

Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет (СПбГАСУ), Санкт-Петербург, Россия

Аннотация

Санкт-Петербург обладает уникальной исторической застройкой. Процессам повышения ее энергоэффективности уделяется большое внимание. Одним из направлений повышения энергетической эффективности жилой исторической застройки является использование солнечной энергии для дополнительного энергоснабжения зданий и улучшения качества городской среды. Статья посвящена вопросам архитектурной адаптации, гармоничного включения технологий солнечной энергетики в историческую среду Санкт-Петербурга, а также вопросам обеспечения эффективной работы систем солнечного энергообеспечения в условиях сверхплотной городской застройки Петербурга и климатических условиях Северо-Западного региона.

Ключевые слова: солнечная энергия, энергоэффективность, историческая застройка, реконструкция

SOLAR ENERGY IN THE RECONSTRUCTION OF URBAN ENVIRONMENT OF HISTORIC BUILDING SAINT-PETERSBURG

V. Murgul

Saint-Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering (SPSUACE), Saint-Petersburg, Russia

Abstract

Saint-Petersburg has a unique dwelling housing of the historical center. A great attention is drawn to the increase of its energy efficiency. One of directions is utilizing the solar energy for additional energy supply of the buildings. The energy efficient modernization of the historical and cultural buildings based on the solar energy is analyzed in the paper. The paper is dedicated to the problems of architectural adaptation, harmonious inclusion of the solar energy technologies into the historical environment of Saint-Petersburg and efficient utilization of the solar energy systems in the super-high dense city housing of Saint-Petersburg and in the climatic conditions of the North-West region of Russia.

Keywords: architecture, solar energy, reconstruction of buildings, energy-efficient buildings, energy-efficient technologies

Введение

Санкт-Петербург обладает уникальной исторической застройкой. Сохранение объектов культурного наследия является ключевым положением стратегии городского развития. Анализируя современное состояние исторического центра Петербурга, можно выявить ряд основных тенденций и особенностей реорганизации городского пространства: увеличиваются объемы уплотнительной застройки, планы на которую заложены в Закон Санкт-Петербурга «О Генеральном плане Санкт-Петербурга» [1]. В городе появляются

новые пешеходные зоны, поток туристов в летний период определяет развитие туристической инфраструктуры городского центра. Нарастают объемы жилого фонда, требующие скорейшей реконструкции. Материальный износ, моральное устаревание инженерного оборудования и, как следствие, низкие показатели энергетической эффективности являются сегодня основной причиной необходимости модернизации зданий.

Повышение энергоэффективности зданий исторической застройки – специфическая задача, и требует индивидуального подхода в каждом конкретном случае. Существующие режимы зон охраны объектов культурного наследия накладывают существенные ограничения на мероприятия по реконструкции и реставрации зданий исторической застройки и реорганизацию городского пространства исторического центра в целом [2].

Использование возобновляемой энергии для энергоснабжения реконструируемых зданий исторической застройки является частью концепции повышения их энергетической эффективности [3].

К использованию энергии возобновляемых источников побуждает необходимость сокращения выбросов CO₂, определивших глобальные климатические изменения. Об ответственности архитектора писал Норман Фостер: «Проблемы окружающей среды воздействуют на архитектуру на каждом ее уровне. Половина потребления энергии в развитых странах приходится на здания и еще четверть — на транспорт. Архитекторы не могут решить все мировые экологические проблемы, но мы можем проектировать здания, требующие только часть потребляемой ныне энергии». Вопросы архитектурной адаптации, гармоничного включения технологий солнечной энергетики в историческую среду Санкт-Петербурга, а также вопросы, связанные с обеспечением их эффективной работы в условиях сверхплотной городской застройки Петербурга сегодня становятся крайне актуальными.

Изо всех видов возобновляемых источников энергии, применяемых для энергоснабжения зданий, будем рассматривать только солнечную энергию, т.к. использование солнечной энергии напрямую влияет на архитектурный облик здания и является архитектурной задачей. Существуют два вида использования солнечной энергии: фотоэлектрическое преобразование солнечного излучения и прямой тепловой нагрев.

Анализ опыта энергоэффективной модернизации памятников истории и культуры на основе использования солнечной энергии продемонстрировал различные подходы к решению данной задачи. В большинстве случаев, интересы охраны памятников культурного наследия ставятся на первое место. Технологическое дооснащение ограждающих конструкций зданий с целью выработки дополнительной энергии носит подчинённый характер, интеграция оборудования в контур здания выполняется незаметно. Однако существуют яркие примеры «идеологически активной» энергетической модернизации зданий. Наиболее значимым примером является реконструкция здания Рейхстага.

Резюмируя имеющийся опыт реконструкции зданий на основе использования солнечной энергии можно выделить два основных подхода:

- «стилеобразующий», где элементы солнечного энергоснабжения активно выносятся на фасад и доминируют в обновленном облике здания;
- «маскирующий», где используется принцип минимального вмешательства в первоначальный облик здания. Технологическое дооснащение ограждающих конструкций проводится максимально незаметно. Например, используются, так называемые, «интегрируемые материалы» (Building-integrated photovoltaic BIPV), либо оборудование располагается на невидимых наблюдателю поверхностях ограждающих конструкций здания, обеспечивая тем самым выведение из визуального восприятия.

Автором исследования был предложен третий подход - выделение системы дополнительного энергетического обеспечения на основе солнечной энергии в класс временных конструкций, потенциально отделимых от капитального остова здания.

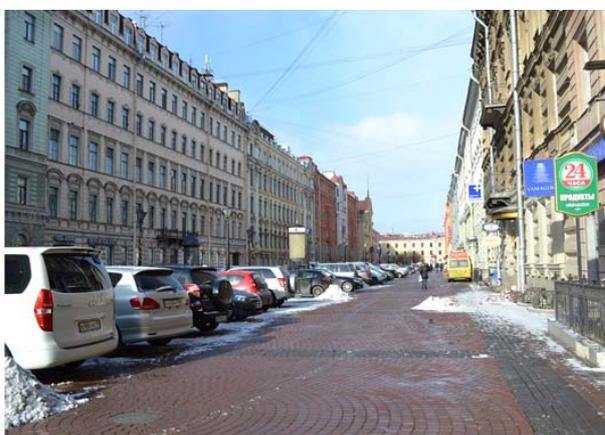
Использование легких монтажных конструкций, несущих элементы систем солнечного энергоснабжения, позволяет учитывать сезонность колебания прихода солнечной радиации, что актуально в климатических условиях Санкт-Петербурга, а также в любой момент возвращение к первоначальному облику исторического здания [4].

Рассмотрим возможности применения временных энергоснабжающих конструкций для энергетической модернизации исторической застройки Санкт-Петербурга и улучшения качества городской среды:

1. Использование временных монтажных энергоснабжающих конструкций для электроснабжения и организации пространства пешеходных зон Санкт-Петербурга

Видимая тенденция – увеличение количества пешеходных зон в историческом центре Санкт-Петербурга, требует осмысленной организации их пространства. Первая пешеходная улица в Петербурге появилась в 1996 году – это была Малая Конюшенная улица. Два года спустя пешеходной стала Малая Садовая. В 2002 году 6 - 7 линии Васильевского острова на участке от Большого до Среднего проспекта стали пешеходной зоной. И наконец, с 2011 года от Невского проспекта до собора Воскресения Христова на Крови, четная сторона фактически превращена в пешеходную зону (значительно расширен тротуар и сужена проезжая часть). Наблюдается явная тенденция к увеличению пешеходных зон, что связано с постоянно возрастающим туристическим потоком в летний период года.

Существующая ситуация в Петербурге такова: в зимний период года пешеходные зоны превращаются в нерегулируемые парковки, а в летнее время представляют собой беспорядочное нагромождение торговых палаток (Рис. 1(a,b)).



a)



b)

Рис. 1(a,b). Малая Конюшенная улица: а) зима; б) лето

Применение временных монтажных конструкций, несущих элементы солнечного энергоснабжения, позволит организовать пространство пешеходных зон, обеспечить освещение, защиту от непогоды и комфорт пешеходов, даст дополнительные полезные площади, например, при устройстве двухъярусных конструкций. В структуре такой конструкции могут разместиться площадки обозрения, информационные пункты и террасы кафе. На Рис. 2 и Рис. 3 продемонстрирована модель подобной конструкции. На кровле расположены фотоэлектрические панели, вырабатывающие электричество. В

вечерние и ночные часы аккумулированная днем энергия будет использована в системе освещения пешеходной зоны.

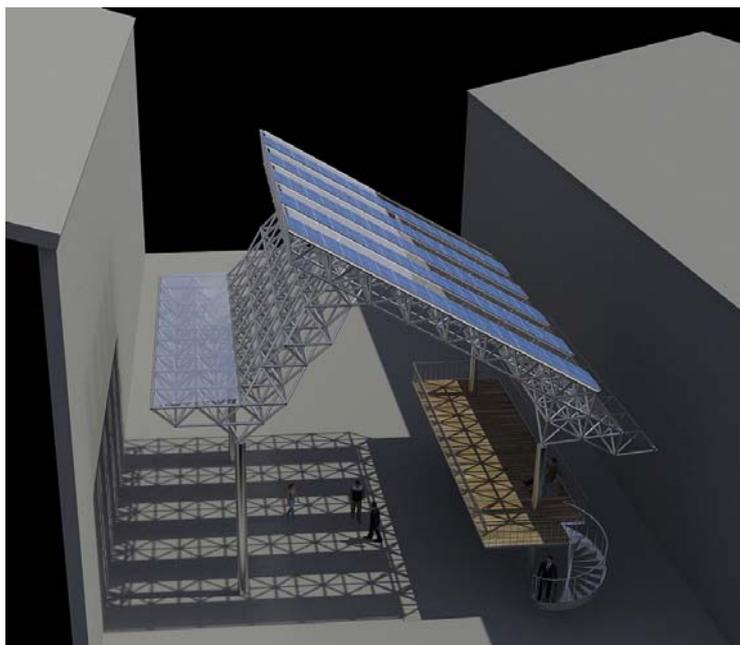


Рис. 2. Модель временной энергоснабжающей конструкции (день)

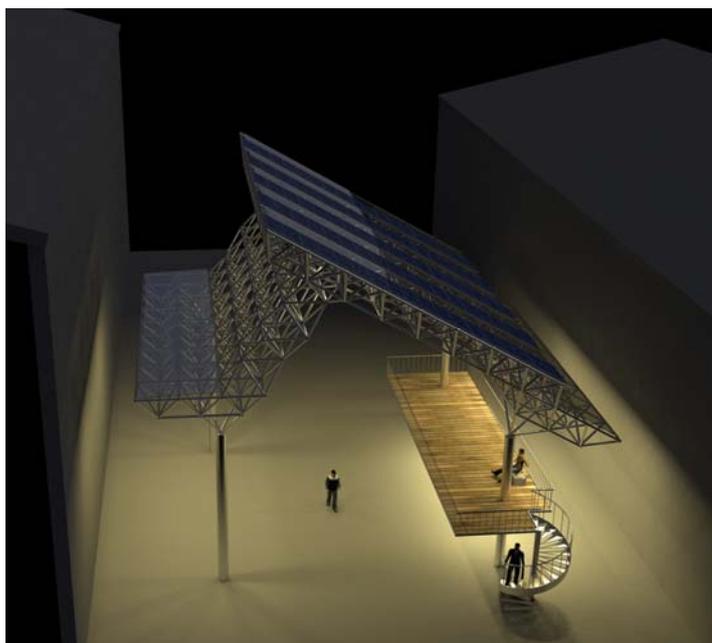


Рис. 3. Модель временной энергоснабжающей конструкции (вечер / ночь)

Подобные временные монтажные энергоснабжающие конструкции могут стать композиционной основой вечернего освещения города.

Целесообразно использовать автономные системы электроснабжения на основе фотоэлектрических модулей (ФЭМ), а также с возможностью резервного питания от централизованной системы электроснабжения. В этом случае в системе должны быть предусмотрены следующие функциональные элементы:

- аккумуляторная батарея, позволяющая накапливать выработанную электрическую энергию в светлое время суток и обеспечивать отдачу энергии в вечернее и ночное время;
- инвертор, необходимый для преобразования электроэнергии постоянного тока, вырабатываемой ФЭМ, в переменный ток;
- устройство автоматики и управления.

Покрытие из кремниевых фотоэлектрических модулей частично пропускает свет в дневное время, является устойчивым и прочным относительно ветровых и снеговых нагрузок. Учитывая технический прогресс в области фотоэлектрических систем, можно с уверенностью прогнозировать их массовое применение в недалеком будущем. Заинтересованность города в подобных системах даст очередной толчок к развитию отечественной отрасли фотоэлектрических преобразователей. Для расчета прихода солнечной энергии были взяты фотоэлектрические модули отечественного производства [5].

Расчеты показали [6], что вырабатываемой энергии с 1 м² фотоэлектрического модуля, являющегося элементом покрытия временных энергоснабжающих конструкций, достаточно для обеспечения работоспособности различного вида осветительных приборов. При этом целесообразно использование энергосберегающих ламп на основе светодиодов, потребляемая мощность которых значительно меньше, чем у ламп накаливания. Использование солнечных светодиодных систем позволит избежать расходов на прокладку кабелей, и обеспечит "зеленое" освещение городского пространства. Также, солнечные светодиодные системы освещения обеспечивают снижение затрат на обслуживание и обладают длительным сроком эксплуатации.

Формирование комфортной и эстетически полноценной визуальной среды в вечернее время суток является важной задачей. Уличное освещение ночного города желательно ориентировать на сохранение хроматического разнообразия, характерного для дневных условий. Использование солнечных светодиодных систем позволит синтезировать всю гамму цветов, и в статическом, и в динамическом режимах работы. Творческая работа со светом, в том числе и цветным, в городской среде является актуальной архитектурной задачей [7].

Переориентация, пусть частичная, освещения города на использование солнечной энергии, позволит продемонстрировать приверженность идеям глобальной экологической стабилизации и принципам устойчивого развития общества. Эта символическая, демонстрационная функция, будет одной из основных идей установки временных энергоснабжающих конструкций в историческом центре города.

Для Санкт-Петербурга специфично сочетание пообъектной, средовой и градостроительной охранных практик. Общегородской силуэт, ансамбли площадей и перспективы улиц исторического центра, являются предметами охраны наряду с отдельными объектами культурного наследия. Несмотря на сезонность эксплуатации предлагаемых временных монтажных энергоснабжающих конструкций, их установка должна осуществляться таким образом, чтобы не наносить ущерб восприятию исторической среды городского центра Петербурга.

Существует ряд исторических и современных примеров перекрытия пешеходных зон.

Историческим примером могут служить пассажи. Галерея Виктора Эммануила II — один из первых в Европе пассажей (Рис. 4). Миланская торговая галерея соединяет площадь перед городским собором с площадью перед театром Ла Скала. Галерея была построена по проекту архитектора Джузеппе Менгони в 1865—1877 гг. и носит имя короля Виктора Эммануила II.



Рис. 4. Галерея Виктора Эммануила II в Милане

Новейший пример реконструкции городской среды с созданием покрытия из стекла и металла над пешеходными улицами г. Дармштадта, представлен на рисунке 5.



Рис. 5. Светопрозрачное покрытие пешеходных зон в г. Дармштадт, Германия

Покрытие пешеходных зон носит лишь защитную функцию. Подобное покрытие не дает энергетического эффекта, за исключением случаев расположения на нем фотоэлектрических панелей, но является защитой от непогоды, и тем самым способствует повышению уровня комфорта городской среды.

2. Использование временных монтажных энергообеспечивающих конструкций в системе консервации и реставрации памятников истории и культуры

Защита руинированных памятников, а также памятников, находящихся в аварийном состоянии – важная задача сохранения культурного наследия Петербурга. Примерами могут служить объекты, находящиеся в пригородах Санкт-Петербурга. Например, это «Нижняя дача» Николая II, Петергоф (Рис. 6), павильон «Арсенал», г. Пушкин (Рис. 7).



Рис. 6. «Нижняя дача» Николая II, г. Петергоф, историческая и современная фотографии



Рис. 7. Павильон «Арсенал», г. Пушкин, историческая и современная фотографии

Находясь в парковой зоне, подобные объекты, как правило, дистанцированы от электрических сетей. Электроснабжение системы освещения и сигнализации от солнечных модулей может решить эту проблему, а временное покрытие защитит от губительных погодных явлений. Одним из таких памятников является «Розовый павильон» в Петергофе (архитектор А. И. Штакеншнейдер. 1848 г.) (Рис. 8).



Рис. 8. «Розовый павильон» в Петергофе, фотография 1930-х гг. и современное состояние объекта

Временная конструкция, покрытие которой составляют фотоэлектрические модули, в дневное время вырабатывает электричество, аккумулируемое при помощи батареи. В вечерние и ночные часы выработанный ток обеспечивает освещение объекта. Покрытие из кремниевых фотоэлектрических модулей является устойчивым и прочным относительно ветровых и снеговых нагрузок. На Рис. 9 и Рис. 10 показана модель энергоснабжающей конструкции покрытия.



Рис. 9. Модель энергоснабжающей конструкции покрытия над руинами «Розового павильона» в г. Петергофе (день)

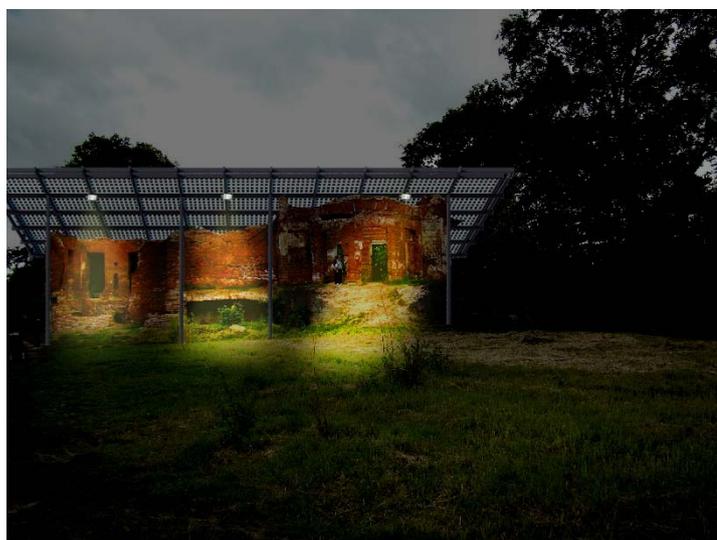


Рис. 10. Модель энергоснабжающей конструкции покрытия над руинами «Розового павильона» в г. Петергофе (ночь)

Применение энергоснабжающего покрытия позволит решить ряд задач:

- Освещение объекта;
- Защита от атмосферных осадков;
- Комфорт посещения туристов;

- Подчеркнет значимость памятника.

3. Временные монтажные энергоснабжающие конструкции для заполнения пространств лакун Петербурга

Как правило, спорный и болезненный снос исторического здания, и затем новое строительство, происходит на основании включения данной территории в список, так называемых, **лакун** - участков, выведенных из границ охранных зон Санкт-Петербурга. Список лакун утвержден распоряжением правительства Санкт-Петербурга № 67/1-рп от 6 июля 2004 года [8]. Непродуманное новое строительство часто бывает видно «новоделом», а капитальность строения не подразумевает возврата к некой датированной исторической «точки отсчета» застройки участка.

Временное заполнение пространств лакун стеклянными «зданиями – вставками», на основе монтажных трансформирующихся энергоснабжающих конструкций, имеет ряд потенциальных преимуществ:

- Выработка электрической и тепловой энергии на основе солнечной энергии;
- Дополнительные функциональные площади в центре города;
- Возможность в любой момент пересмотреть принятое архитектурное решение и при необходимости вернуться к первоначальному состоянию лакуны для ее капитальной застройки.

Монтажность и трансформируемость конструкций обеспечит в кратчайшие сроки дополнительные потенциально дорогостоящие функциональные пространства в городском центре и возможность для динамичного изменения объемно-пространственных характеристик нового «здания – вставки».

Стекло – материал, способный сохранить иллюзию открытого пространства, оставаться «самим собой», не вступая в противоречие в вычурностью и массивностью фасадов исторических зданий. В дальнейшем разобранный монтажная конструкция может быть повторно использована на новом месте с приданием ей новой функции. Возможность повторного использования временных трансформирующихся энергоснабжающих конструкции и их частей – является важной составляющей «экологического» проектирования и строительства.

На Рис. 11. представлен опыт подобного заполнения пустующего участка в городе Дармштадте [9].



Рис. 11. Заполнение пустующего участка новым «зданием – вставкой»

На рисунке 12(а-с) представлены историческая фотография рядовой застройки с пустующим участком, возведенное «здание-вставка» и кровельное покрытие с включенными фотоэлектрическими и термическими солнечными системами.

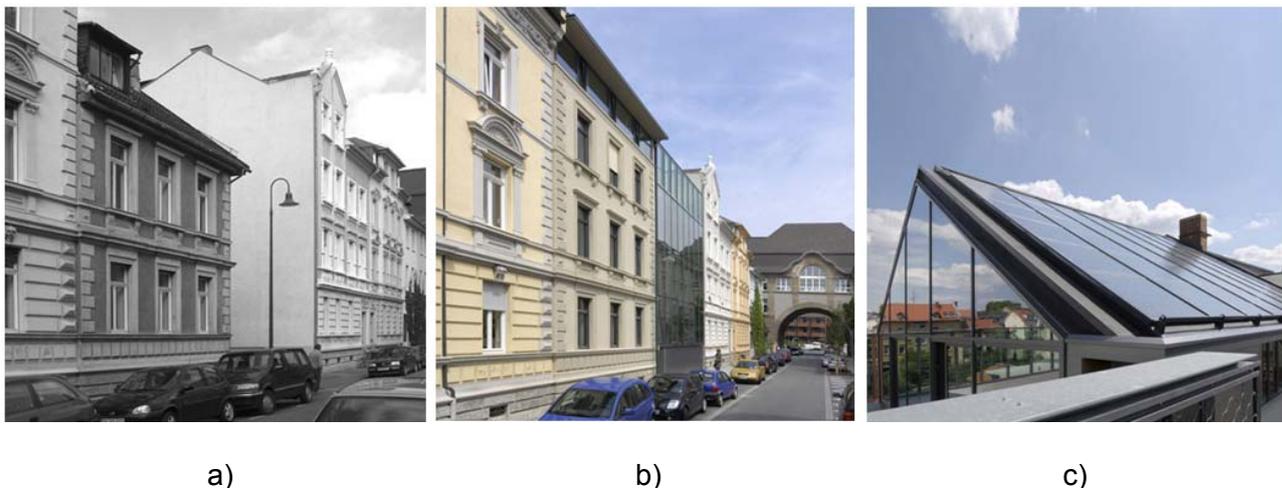


Рис. 12(а-с): а) историческая фотография рядовой застройки с пустующим участком, б) возведенное «здание-вставка» с) кровельное покрытие «здания-вставки» с интегрированными солнечными модулями

4. Применение временных монтажных энергообеспечивающих конструкций для реорганизации пространств дворов-колодцев и улучшения качества среды

Временные монтажные энергообеспечивающие конструкции имеют значительные возможности для применения в качестве перекрытия дворов-колодцев с целью улучшения качества их пространственной среды. Действующие режимы зон охраны объектов культурного наследия в большинстве случаев допускают перекрытие внутреннего дворового пространства [2].

Дворы-колодцы Петербурга, как правило, характеризуются недостаточным уровнем освещенности и инсоляции, превращены в парковки, что еще больше ухудшает качество воздуха при и без того недостаточной естественной вентиляции их объемов. Применение временных монтажных энергообеспечивающих конструкций позволит решить ряд подобных проблем.

Застройка **Санкт-Петербурга** с внутренними дворами появилась с началом развития доходного домостроения (1800-е – 1860-е гг). Владельческие участки застраивались кирпичными зданиями в брандмауэрной периметральной системе с одним или несколькими упорядоченными дворами. На этапе окончательного формирования доходного домостроения характерным становится появление трех и более замкнутых дворовых пространств при увеличении этажности застройки до 5-6 этажей. В период с конца XIX – начала XX появляются целые комплексы доходных домов со сложной организацией дворовых пространств, с выразительными въездными арками, с системой пристроенных и отдельно стоящих дворовых флигелей. Таким образом, происходило формирование сверхплотной брандмауэрной периметральной застройки Петербурга, нарастание абсолютных размеров лицевого флигеля путём повышения его этажности до пределов высотного регламента [10].

Сегодня большинство зданий исторического центра Санкт-Петербурга является охраняемыми памятниками истории и культуры. Продолжая сохранять жилую функцию и являясь частью постоянно развивающегося мегаполиса, здания исторической застройки нуждаются в улучшении качества жилой среды, в частности, улучшения качества

дворовых пространств. На рисунке 13 изображены характерные схемы периметральной застройки участков Петербурга.

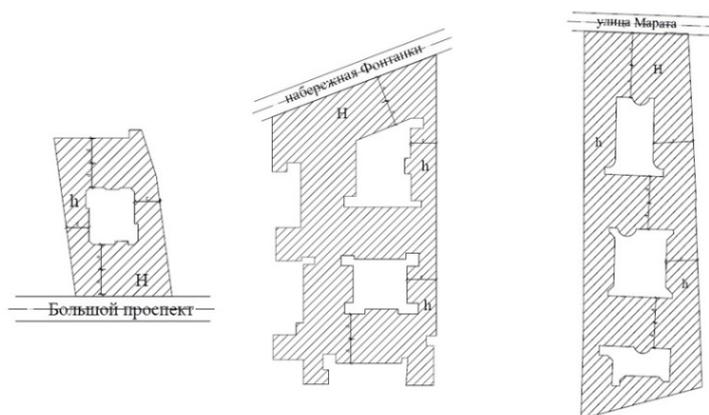


Рис. 13. Характерные схемы периметральной застройки участков Петербурга

На настоящий момент опыт создания атриумов в Петербурге относится в основном к зданиям с нежилой функцией. Например, доходный дом И. фон Бессера, (1904 г., арх. А. Шульман) и Дом компании «Зингер» (1902 г., арх. Павел Сюзор).

Перекрытие внутреннего двора-колодца в жилом доме - это появление дополнительного «частного» пространства для жильцов дома. Причем, предлагается создание негерметичного покрытия с возможностью естественного воздухообмена.

Применение временных монтажных энергообеспечивающих конструкций обеспечит:

- улучшение освещенности пространства двора-колодца в дневное время (путем монтажа световодов);
- электрическое освещение в вечернее / ночное время на основе аккумулированной днем солнечной энергии;
- защиту от атмосферных осадков и создаст дополнительное эксплуатируемое пространство для жильцов дома.

Сегодня уже стало традицией - закрывать въезд на территорию двора. Стеклопанельное покрытие двора – колодца повысит эксплуатационные характеристики и качество придомовой территории в целом. Решение о перекрытии пространства двора-колодца может приниматься коллективно жильцами дома. В летний период покрытие может быть частично демонтировано, чтобы избежать перегрева, зимой и в период межсезонья покрытие защитит от непогоды, позволит содержать двор чистым и сухим.

Предлагается использовать две основные схемы: (Рис. 14(a,b))

- 1 С передачей нагрузки на существующие флигели здания (наружное водоотведение) (Рис. 14a).
- 2 С передачей нагрузки непосредственно на грунт основания (внутренний водосток) (Рис. 14b).

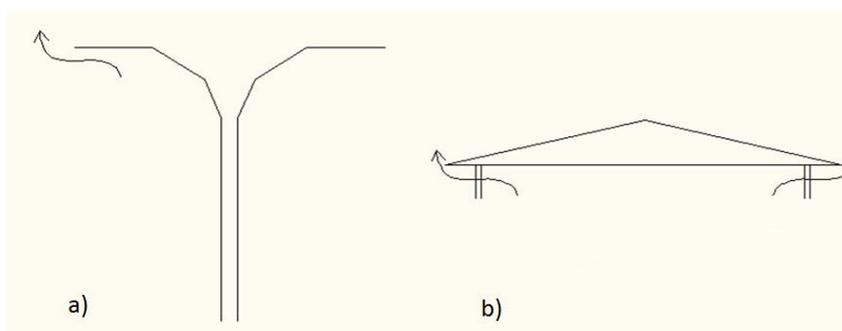


Рис. 14(a,b). Предлагаемые схемы покрытия дворов-колодцев

На рисунке 15 продемонстрирована модель конструкции покрытия двора-колодца по схеме 1, с передачей нагрузки на флигели здания, образующие двор-колодец и с наружным водостоком.

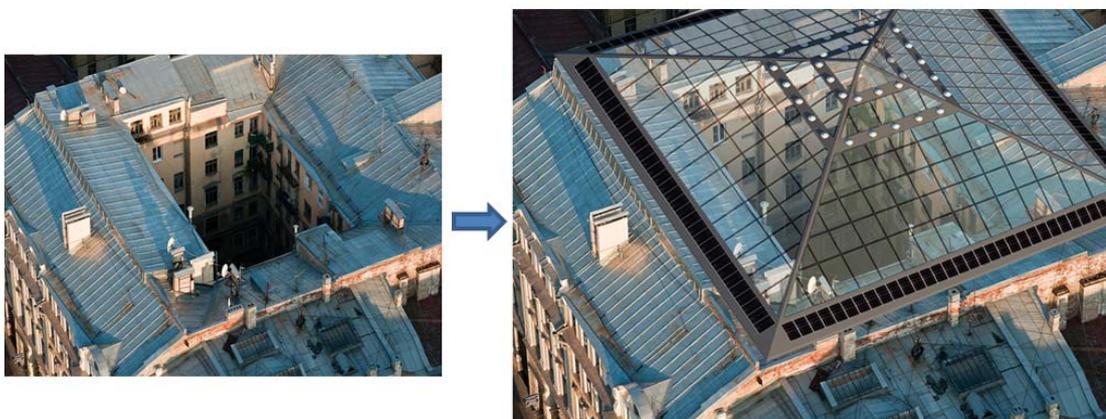


Рис. 15. Модель конструкции покрытия двора-колодца с передачей нагрузки на флигели здания с наружным водостоком

Схема размещения световодов и фотоэлектрических панелей показана на рисунке 16.

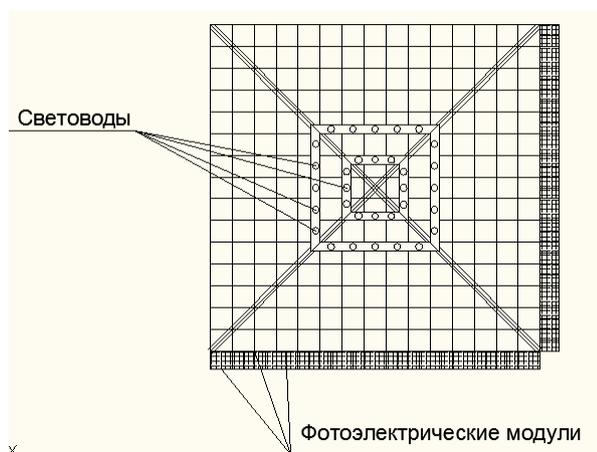


Рис. 16. Схема размещения световодов и фотоэлектрических панелей

На рисунке 17 продемонстрирована модель конструкции покрытия двора-колодца по схеме 2 (с передачей нагрузки на грунт основания и с внутренним водостоком).



Рис. 17. Модель конструкции покрытия двора-колодца с передачей нагрузки на грунт основания и внутренним водостоком

Создание покрытия над двором-колодцем неизбежно приведет к уменьшению, как правило, и без того недостаточного уровня инсоляции верхних этажей. Нижние этажи дворов-колодцев обычно изначально не получают прямой солнечный свет.

Согласно действующим "Гигиеническим требованиям к инсоляции и солнцезащите помещений жилых и общественных зданий и территорий" [11], инсоляция – это облучение поверхностей и пространств прямыми солнечными лучами.

Санкт-Петербург является самым северным городом-миллионером в мире. Координаты центра: $59^{\circ}57'$ с. ш. $30^{\circ}19'$ в. д. Нормативная продолжительность инсоляции устанавливается на определенные календарные периоды с учетом географической широты местности. Для Северной зоны (севернее 58° с.ш.) и, соответственно, для Санкт-Петербурга - это период с 22 апреля по 22 августа. Нормируемая продолжительность непрерывной инсоляции для помещений жилых зданий для северной зоны устанавливается не менее 2,5 часов в день с 22 апреля по 22 августа. Причем, продолжительность инсоляции в жилых зданиях должна быть обеспечена не менее, чем в одной комнате 1-3-комнатных квартир и не менее, чем в двух комнатах 4-х и более комнатных квартир. Выполнение требований норм инсоляции достигается размещением и ориентацией зданий по сторонам горизонта, а также их объемно-планировочными решениями [11].

Перекрытие двора-колодца уменьшит инсоляцию последних этажей, получавших ранее прямое облучение солнечными лучами. Однако представляется более важным создание защищенного от атмосферных осадков эксплуатируемого пространства двора и увеличение уровня освещенности нижних этажей. Сохранение же расчетного уровня инсоляции не ниже существовавшего может быть достигнуто изменением объемно-планировочного решения квартир.

Вообще, принятие решения о том, перекрывать или не перекрывать дворовое пространство представляется целесообразным передать на усмотрение товарищества жильцов дома. Изменение же объемно-планировочного решения квартир и этажа в целом необходимо предусмотреть в любом случае для максимального увеличения расчетного уровня инсоляции и потенциальной возможности когда-нибудь в дальнейшем перекрыть дворовое пространство.

Существенной проблемой петербургских дворов-колодцев является недостаток естественного освещения. Естественное освещение - освещение помещений светом неба (прямым или отраженным), проникающим через световые проемы в наружных ограждающих конструкциях. Различают боковое естественное освещение (естественное

освещение помещения через световые проемы в наружных стенах) и верхнее естественное освещение (естественное освещение помещения через фонари, световые проемы в стенах в местах перепада высот здания), а также комбинированное освещение (сочетание верхнего и бокового). Коэффициент естественной освещенности (КЕО) - отношение естественной освещенности, создаваемой в некоторой точке заданной плоскости внутри помещения светом неба (непосредственным или после отражений), к одновременному значению наружной горизонтальной освещенности, создаваемой светом полностью открытого небосвода; выражается в процентах [12].

Требования к естественному освещению жилых зданий (нормируемые показатели КЕО в процентах) изложены в СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03. При одностороннем боковом освещении в жилых зданиях нормируемое значение КЕО должно быть обеспечено в расчетной точке, расположенной на пересечении вертикальной плоскости характерного разреза помещения и плоскости пола на расстоянии 1 м от стены, наиболее удаленной от световых проемов: в одной комнате для 1-, 2- и 3-комнатных квартир и в двух комнатах для 4- и более комнатных квартир. В остальных комнатах многокомнатных квартир и в кухне нормируемое значение КЕО при боковом освещении должно обеспечиваться в расчетной точке, расположенной в центре помещения на плоскости пола [13].

Выполнение требований по нормам естественной освещенности пространств дворов - колодцев может быть достигнуто применением световодов.

Система естественного освещения на основе световодов представляет из себя точечные зенитные фонари со светопроводящими шахтами. Высокоэффективная отражающая способность современных световодов позволяет отражать до 98% света. Свет эффективно передается на расстояние до 25 м от купола. В данном предложении система световодов является оборудованием, нацеленным на обеспечение требуемых норм естественной освещенности.

Световоды не обеспечивают инсоляцию дворового пространства, так как в данной системе используются в основном отраженные солнечные лучи.

5. Применение временных монтажных энергоснабжающих конструкций для покрытия летних террас кафе и ресторанов

И, наконец, самое бесспорное с точки зрения режимов зон охраны и эксплуатационных потребностей применение временных энергоснабжающих конструкций может быть найдено при создании покрытий летних террас кафе и ресторанов, в большом количестве появляющихся в летний период в центре Петербурга. Как показали расчеты [6], подобное энергоснабжающее покрытие, состоящее из фотоэлектрических модулей, может полностью обеспечить потребность в электроэнергии на освещение. Пример энергоснабжающего покрытия показан на рисунке 18.



Рис. 18. Применение временных монтажных энергоснабжающих конструкций для покрытия летних террас кафе и ресторанов

Термические солнечные системы

Вероятно менее перспективным, но в то же время и менее дорогостоящим, является использование термических солнечных систем для целей повышения энергетической эффективности реконструируемой исторической застройки.

Пассивные солнечные термические системы используют принцип перемещения нагретого теплоносителя через систему за счёт его естественной гравитации, возникающей при разности плотностей нагретого и охлажденного теплоносителя. В **активных** солнечных термических системах для перемещения нагретого теплоносителя используются дополнительные устройства (например, насос).

Фактически любой пристроенный к зданию с южной (юго-западной, юго-восточной) стороны остекленный объем может работать как пассивная термическая солнечная система. Энергетический выигрыш здания от примыкающего к нему стеклянного объема (зимнего сада или дополнительного полезного помещения) невелик. Чтобы избежать перегрева в летний период и быстрого охлаждения зимой используют термически изолированные конструкции. Например, двухкамерные стеклопакеты и термически изолированные профили импостов и ригелей.

Путем целенаправленного размещения светопрозрачных и непрозрачных элементов здания управляют потоками солнечного излучения и, соответственно, тепловыми потоками в здании. Для аккумулирования тепловой энергии используют массивные элементы конструкции.

Взаимодействие тепловых потоков пристроенного стеклянного объема и основного здания может осуществляться по следующим схемам (Рис. 19):

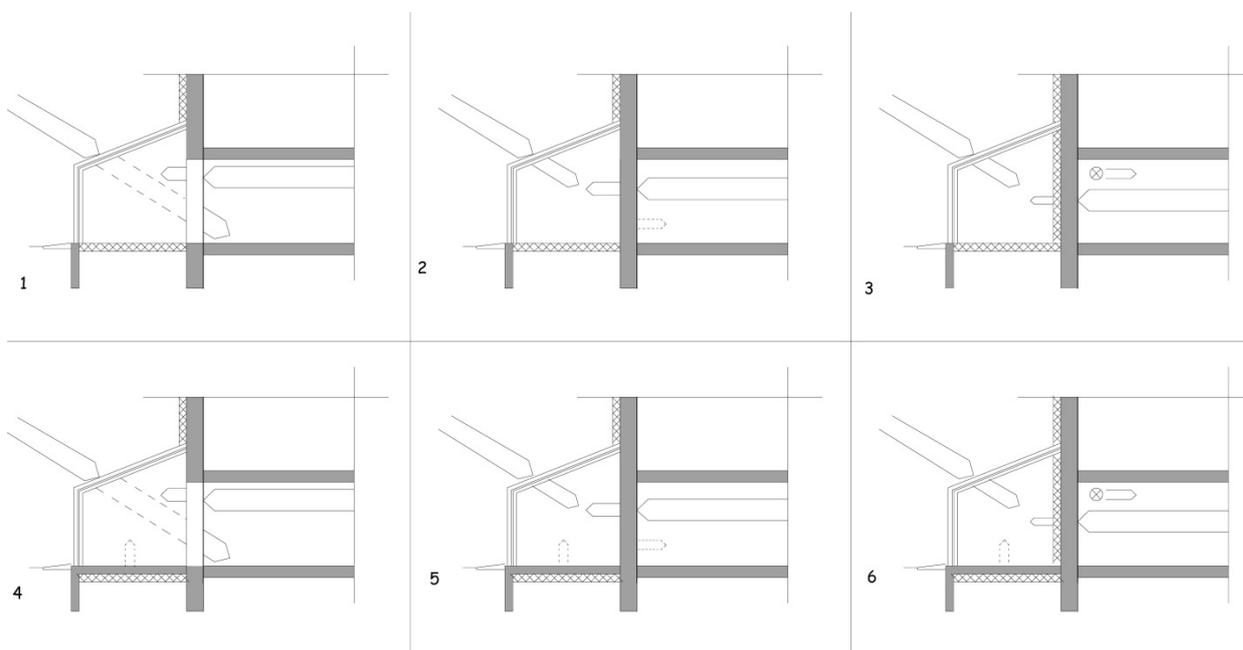


Рис. 19(1-6). Схемы взаимодействия пристраиваемого стеклянного объема с основным зданием:

Рисунки 1-3: за счет теплоизолированного пола достигаются более высокие температуры и быстрое нагревание.

Рисунки 4-6: теплоизолированный пол является еще и тепловым аккумулятором и термически стабилизирует пристроенный стеклянный объем.

Рисунки 1,4 – пристроенный объем и основное здание обладают визуальной и термической связью.

Рисунки 2,5 – термическая связь: стена здания используется как тепловой аккумулятор, пристроенный стеклянный объем может заменить часть наружной теплоизоляции.

Рисунки 3,6 – термическая «развязка»: приток тепла возможен только за счет принудительного вдувания [14].

Свойство солнечных лучей значительно нагревать внутренний объем помещений, проникая через стекло, впервые описал швейцарский натуралист Гораций Бенедикт де Соссюр в 1770 г. Первым полезным применением этого свойства стало строительство теплиц и оранжерей для выращивания экзотических растений. В XIX веке строительство оранжерей получило широкое распространение. Примером может служить Пальмовая оранжерея королевского ботанического сада Эдинбурга.

Архитектурная форма оранжерей, рожденная для использования солнечной энергии, перешла в архитектуру гражданских зданий.

Интересно отметить, что автором знаменитого Хрустального Дворца явился специалист по строительству оранжерей, инженер Пекстон. Задуманный изначально как временное сооружение, Хрустальный дворец в лондонском Гайд-парке был построен из железа и стекла к Всемирной выставке 1851 года. Выставочный зал площадью свыше 90 000 кв.м., протяжённостью 564 м и высотой до 33 м вмещал до 14 000 посетителей. По завершении выставки Дворец был разобран и перенесён на новое место (Рис. 20).

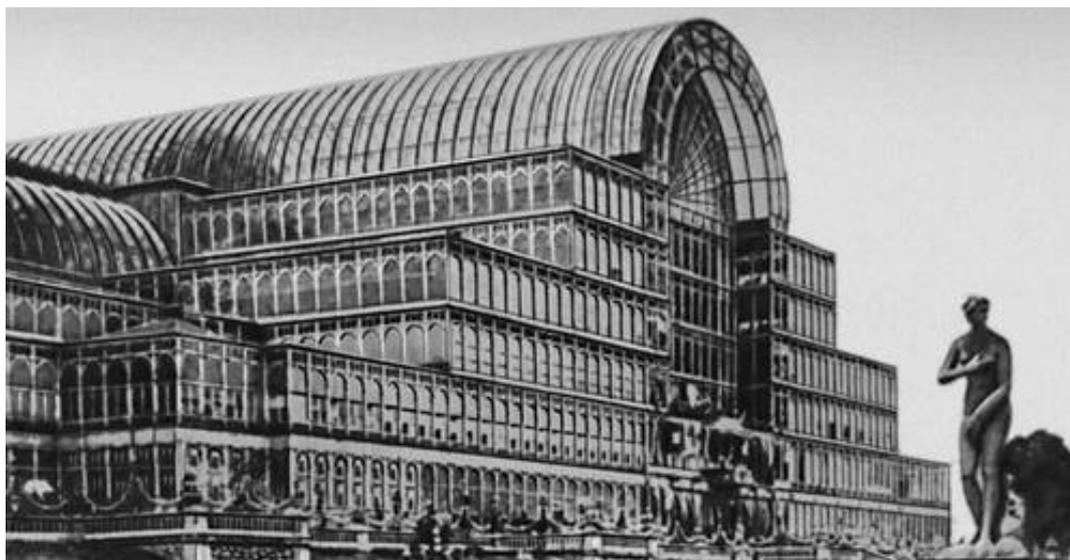


Рис. 20. Хрустальный дворец

Пристройка оранжерей к домам стала модой XIX века. Идеи гармонизации природного ландшафта, сада и архитектуры нашли свое выражение в работах таких мастеров ландшафтной архитектуры как Хамфри Рептон [15] (Рис. 21).

Зимний сад или оранжерея пристраивались к дому с южной стороны, например к гостиной или библиотеке. В солнечные зимние дни двери, разделяющие зимний сад и дом открывались, чтобы нагретый солнцем воздух свободно циркулировал в помещении. Ночью двери были заперты (Рис. 22). К концу 1800-х годов присоединенные к зданию зимние сады стали важным архитектурным элементом дворянских усадеб [16].



Рис. 21. "Коридор". Проект павильона в Брайтоне. Хамфри Рептон



Рис. 22. Пристроенный зимний сад становится важным элементом дворянских усадеб

Примеры особняков с пристроенными оранжереями можно найти и в Санкт-Петербурге. В частности, особняк семьи Нобелей (Пироговская набережная), имеет в своей структуре оранжерейный корпус (Рис. 23).



Рис. 23. Особняк семьи Нобелей в Петербурге. Оранжерейный корпус (современное состояние)

В рамках текущего исследования в соавторстве был разработан проект энергоэффективной модернизации здания особняка семьи Нобелей в Петербурге (Пироговская наб., д. 19, литер А), с применением автономной системы солнечного энергоснабжения. Результаты работы опубликованы [17].

На настоящий момент в архитектурной практике сложилось понятие «пассивный солнечный дизайн зданий» («Passive solar building design»). Фактически, речь идет об управлении тепловыми потоками средствами архитектурного проектирования. Можно сказать, что архитектурное формообразование идет от логики формирования и движения тепловых потоков.

Архитектура, опирающаяся на принципы «пассивного дизайна», не сможет не носить национальных и региональных черт, и почти наверняка будет демонстрировать преемственность исторических форм национального жилища.

Охранный регламент Петербурга в большинстве случаев допускает изменение лицевых фасадов исторических зданий на уровне цокольного и первого этажей (как правило, это нежилые этажи). В большинстве случаев допускается изменение дворовых фасадов. Стекланные пристроенные объемы выгодны на уровне нижних офисных этажей для расширения рабочего пространства. Остекленная часть потолка обеспечит максимальное дневное освещение. Такие пристраиваемые объемы могут представлять собой как временные, так и постоянные конструкции. Пример подобного «расширения» площади здания, показан на рисунке 24.



Рис. 24. Расширение пространства нижнего этажа за счет стеклянной пристройки

Массивные стены зданий исторической застройки Санкт-Петербурга являются прекрасными «тепловыми аккумуляторами» и сглаживают температурные пики летом: аккумуляция тепловой энергии в дневные часы и медленная отдача в вечернее и ночное время. Также температурные пики можно устранять посредством принудительной вентиляции. В зимний период, учитывая климатические особенности Северо-Запада, солнечного тепла хватит только на нагревание воздуха в пристроенном стеклянном объеме.

Поверхности стен останутся холодными. Массивные стены исторических зданий накапливают не только тепло, но также и холод. Вообще, для пассивного солнечного обогрева окна с теплоизолированными профилями и обращенные на юг представляют собой более эффективную систему, чем стеклянные пристройки. Также, необходимо учитывать и неизбежное уменьшение освещенности основного объема здания из-за пристроенного стеклянного объема [14].

Использование термических солнечных систем в еще большей степени, чем фотоэлектрических, склоняет к принципу временных монтажных конструкций. Отделяемость «новейшей» части обеспечит возможность в любой момент вернуться к историческому облику здания, а изначальная «целостность» пристраиваемого объема сохранит логику работы пассивной солнечной системы.

Стекло – в определенном роде «благодарный» материал именно для работы в условиях исторической среды. Стекло визуально не доминирует в застройке, способно отражать облака и зелень скверов, изначально остается «самим собой». Остекленные металлоконструкции – буквально легкие, в том числе и в монтаже, потенциально разборные, способны нести как временную, так и постоянную функцию, а также служить для целей реставрации и консервации памятников истории и культуры. Интересным может стать и архитектурное решение: «гармония на контрасте» – массивность и вычурность фасадов, легкость и прозрачность стекла.

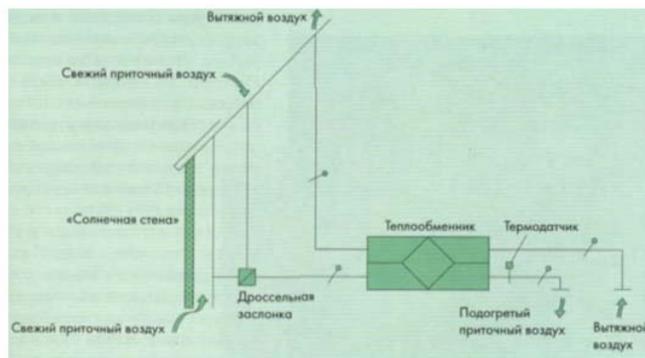
Термические солнечные системы выступают и как привнесенное в контур здания оборудование – солнечные коллекторы для поддержания системы горячего водоснабжения, а также панели класса BIPVT являющиеся комбинацией фотоэлектрических и термических солнечных систем.

Рассмотрим пример реконструкции жилого дома в Копенгагене с использованием термических солнечных систем.

Заявленная цель реконструкции – снижение энергопотребления зданием до 50%. Лицевой фасад памятника архитектуры было необходимо оставить неизменным. Ориентированный на юг дворовый фасад получил новую облицовку: конструкция «солнечная стена» обеспечивает подогрев приточного воздуха в системе вентиляции, а также является дополнительной теплоизоляцией здания. В числе прочих мероприятий установка на дворовых кровельных скатах, ориентированных на восток, юг и запад солнечных коллекторов для поддержания работы системы горячего водоснабжения [18] (Рис. 25 (a,b)).



a)



b)

Рис. 25(a,b): а) дворовый фасад здания; б) схема поквартирной системы вентиляции с подогревом приточного воздуха в «солнечной стене»

Как видно из рассмотренных примеров, фактически невозможно говорить о каких бы то ни было «маскировочных» приемах, подчас необходимых при модернизации зданий-памятников истории и культуры. Еще в большей степени, нежели фотоэлектрические, применение термических систем проблематично для реконструируемой исторической городской застройки.

Действительно, какой пример бы мы ни рассматривали, стеклянный объем, являющийся термической солнечной системой, является или акцентом фасада, или основной архитектурной концепцией всего здания. И когда речь идет о реконструкции и реставрации исторической застройки, «скрыть» подобные системы фактически невозможно. И если интеграция термических солнечных систем в исторический облик здания крайне болезненна и затруднена, есть смысл изначально отказаться от этой идеи и рассматривать их отдельными объемами, имеющими собственные основы формообразования, которые и определяют их энергоэффективные свойства.

Бесконечное «приспособление» в принципе малосовместимых друг с другом систем сложно решить не в ущерб им обоим. Однако и безоговорочно отказываться от использования термических солнечных коллекторов неразумно. Вполне ощутимый экономический эффект имеют энергоэффективные здания, максимально использующие принцип солнечного пассивного обогрева. Основным преимуществом является дешевизна. Применение фотоэлектрических технологий сегодня оказывается значительно более дорогостоящей относительно простых архитектурно-конструктивных мероприятий, обеспечивающих «пассивное» солнечное отопление.

Надо отметить, что на принципах пассивного солнечного обогрева во многом основана наиболее значимая концепция энергоэффективности – концепция «Пассивного дома» («Passivhaus»).

Типичным энергопотреблением на отопление «пассивного дома» для климатических условий Центральной Европы является показатель 15 кВт / (м² * год). В Стокгольме он может достигать 20 кВт / (м² * год), в Риме не превышать 10 кВт / (м² * год). Однако численные значения не являются основополагающими в определении «Пассивного дома». Основу концепции составляет положение о сведении к нулю затрат на отопление здания и достижении постоянных комфортных температур за счет эффективной термоизоляции и герметичности оболочки здания, утилизации любого бытового тепла и пассивного солнечного обогрева. [19] «Пассивный дом» не является обязательным стандартом энергоэффективности, но представляет собой фундаментальную концепцию энергоэффективного здания.

Заключение

Жилая среда потребляет до 40% от общего энергетического потребления. Обращение архитектурной науки к идее ответственного производства и потребления энергии даст определенный толчок к развитию отечественной отрасли возобновляемой энергетики и будет являться вкладом в дело глобальной экологической стабилизации.

Значительный прогресс в области технологий возобновляемой энергетики и, в частности, солнечных энергосистем, дает основания полагать, что то, что сегодня является лишь демонстративной моделью, в недалеком будущем сможет стать типовым проектным решением.

Говоря о солнечном энергоснабжении зданий, можно с уверенностью назвать использование солнечной энергии формообразующим фактором в архитектуре. А задачу архитектурной адаптации, гармоничного включения технологий солнечной энергетики в архитектуру городской среды - важной и актуальной.

Литература

1. Закон Санкт-Петербурга «О Генеральном плане Санкт-Петербурга» (с изменениями на 30 июня 2010 года) [Сетевой ресурс]. - URL: <http://www.assembly.spb.ru/manage/page?tid=633200015>

2. Закон Санкт-Петербурга «О границах зон охраны объектов культурного наследия на территории Санкт-Петербурга и режимах использования земель в границах указанных зон и о внесении изменений в Закон Санкт-Петербурга» «О Генеральном плане Санкт-Петербурга и границах зон охраны объектов культурного наследия на территории Санкт-Петербурга»: закон от 24 декабря 2008 [Сетевой ресурс]. - URL: <http://www.assembly.spb.ru/manage/page?tid=633200192>
3. Мургул В.А. Повышение энергоэффективности реконструируемых жилых зданий исторической застройки Санкт-Петербурга // «Архитектон: известия вузов» № 40 Декабрь, 2012 [Сетевой ресурс]. - URL: http://archvuz.ru/2012_4/7
4. Мургул В.А. Возможности использования солнечной энергии для энергоснабжения жилых зданий исторической застройки Санкт-Петербурга и улучшения качества городской среды. Международный электронный научно-образовательный журнал «Архитектура и современные информационные технологии» AMIT [Сетевой ресурс]. - URL: <http://www.marhi.ru/AMIT/2013/1kvart13/murgul/murgul.pdf>
5. Фирма «Солнечный ветер», г. Краснодар [Сетевой ресурс]. - URL: <http://www.solwind.ru/>
6. Аронова Е.С., Мургул В.А. Оценка целесообразности использования технологий солнечной энергетики в исторической застройке Санкт-Петербурга и климатических условиях Северо-Запада. Международный электронный научно-образовательный журнал «Архитектура и современные информационные технологии» AMIT [Сетевой ресурс]. - URL: <http://www.marhi.ru/AMIT/2013/>
7. Щепетков Н.И. Световой дизайн города. - М.: Архитектура-С, 2006. - 320 с.
8. Распоряжение правительства Санкт-Петербурга от 6 июля 2004 года N 67/1-рп (редакция от 11 июля 2006 года) «О Перечне участков исключений (лакун) в границах объединенной охранной зоны Санкт-Петербурга» [Сетевой ресурс]. - URL: <http://news-petersburg.com/docp/legal-qe/law-ziaubq/page-5.htm>
9. Проект нового здания в исторической застройке в г. Дармштадт [Сетевой ресурс]. - URL: <http://www.opus-architekten.de/inhalt/opusArchitekten.htm>
10. Головина С.Г. Конструкции и архитектурная форма объектов жилой исторической застройки (с учётом реконструкции Санкт-Петербурга). Диссертация на соискание ученой степени кандидата архитектуры. - Санкт-Петербург, 2008. - 145 с.
11. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1076-01 "Гигиенические требования к инсоляции и солнцезащите помещений жилых и общественных зданий и территорий" [Сетевой ресурс]. - URL: http://www.tehbez.ru/Docum/DocumShow_DocumID_570.html
12. СНиП 23-05-95 "Естественное и искусственное освещение" [Сетевой ресурс]. - URL: http://base.garant.ru/2306278/#block_10006
13. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03 "Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий" [Сетевой ресурс]. - URL: http://www.tehbez.ru/Docum/DocumShow_DocumID_504.html
14. И. Габриель Х. Ладенер. Реконструкция зданий по стандартам энергоэффективного дома. - СПб.: Изд-во: БХВ-Петербург, 2011. - 470 с.
15. Hothouses and glasshouses. [Сетевой ресурс]. - URL: <http://sciweb.nybg.org/science2/Onlinexhibits/Greenhouses.htm>

16. [Ken Butti](#) and [John Perlin](#). A Golden Thread: 2500 Years of Solar Architecture & Technology. - Publisher: Cheshire Books 1980. - 289 p.
17. Горюнов В.С., Яковлева В.А., Елистратов В.В., Кочанова А.А. Использование возобновляющихся источников энергии при реконструкции исторических зданий в Санкт-Петербурге (на примере особняка Нобеля) / Вестник гражданских инженеров 2005. - № 2(3). - стр. 5-11.
18. Табунщиков Ю.А., Бродач М.М., Шилкин Н.В.. Энергоэффективные здания. - АВОК-ПРЕСС, 2003. - 192 с.
19. Trombe wall [Сетевой ресурс]. – URL: http://en.wikipedia.org/wiki/Trombe_wall
20. Wolfgang Feist, Søren Peper. Manfred Görg. European research project CEPHEUS [Сетевой ресурс]. – URL: http://www.passiv.de/old/07_eng/news/CEPHEUS_final_short.pdf

References

1. *Zakon Sankt-Peterburga «O Generalnom plane Sankt-Peterburga» (s izmeneniyami na 30 iyunya 2010 goda)* [St. Petersburg Law "On General Plan of St. Petersburg"]. Available at: <http://www.assembly.spb.ru/manage/page?tid=633200015>
2. *Zakon Sankt-Peterburga «O granitsakh zon okhrany obyektov kulturnogo naslediya na territorii Sankt-Peterburga i rezhimakh ispolzovaniya zemel v granitsakh ukazannykh zon»*. [The law of Saint-Petersburg "On the boundaries of protection areas of objects of cultural heritage and on the conditions of using the land in the above boundaries and on the introduction of changes into the law of Saint-Petersburg "On the master plan of Saint-Petersburg and on the boundaries of the protection areas of cultural heritage in the region of Saint-Petersburg"]. Available at: <http://www.assembly.spb.ru/manage/page?tid=633200192>
3. Murgul V.A. *Povysheniye energoeffektivnosti rekonstruiruyemykh zhilykh zdaniy istoricheskoy zastroyki Sankt-Peterburga* [Improvement of the energy efficient properties of the houses in the historical area of Saint-Petersburg] «Arkhitekton: izvestiya vuzov» no. 40 Dekabr 2012. Available at: http://archvuz.ru/2012_4/7
4. Murgul V.A. *Vozmozhnosti ispolzovaniya solnechnoy energii dlya energosnabzheniya zhilykh zdaniy istoricheskoy zastroyki Sankt-Peterburga i uluchsheniya kachestva gorodskoy sredy*. [Capabilities of using the solar energy for energy supply of the dwelling buildings of the historical area of Saint-Petersburg and for city environment quality improvement] *Mezhdunarodnyy elektronnyy nauchno-obrazovatelnyy zhurnal «Arkhitektura i sovremennyye informatsionnyye tekhnologii» AMIT*. Available at: <http://www.marhi.ru/AMIT/2013/1kvart13/murgul/murgul.pdf>
5. *Firma «Solnechnyy veter», g. Krasnodar*. Available at: <http://www.solwind.ru/>
6. Aronova E.S., Murgul V.A. *Otsenka tselesoobraznosti ispolzovaniya tekhnologii solnechnoy energetiki v istoricheskoy zastroyke Sankt-Peterburga i klimaticheskikh usloviyakh Severo-Zapada* [The evaluation of the appropriateness for using solar energy technologies in the historical building of St. Petersburg and the climatic conditions of the North-West region]. *Mezhdunarodnyy elektronnyy nauchno-obrazovatelnyy zhurnal «Arkhitektura i sovremennyye informatsionnyye tekhnologii» AMIT*. Available at: <http://www.marhi.ru/AMIT/2013>

7. Shchepetkov, N.I. *Svetovoy dizayn goroda* [Lighting Design City]. N.I. Shchepetkov. Moscow, 2006, 320 p.
8. *Rasporyazheniye pravitelstva Sankt-Peterburga ot 6 iyulya 2004 goda N 67/1-rp (redaktsiya ot 11 iyulya 2006 goda) «O Perechne uchastkov isklyucheniyy (lakun) v granitsakh obyedinennoy okhrannoy zony Sankt-Peterburga»* [On the list of exceptions sites (the lacunae) within the boundaries of the joint security area of St. Petersburg]. Available at: <http://news-petersburg.com/docp/legal-qe/law-ziaubq/page-5.htm>
9. *Proyekt novogo zdaniya v istoricheskoy zastroyke v g. Darmshtadt*. Available at: <http://www.opus-architekten.de/inhalt/opusArchitekten.htm>
10. Golovina.S.G. *Konstruktsii i arkhitekturnaya forma obyektov zhiloy istoricheskoy zastroyki (s uchetom rekonstruktsii Sankt-Peterburga)*. [Design and architectural form of residential historic buildings (including the reconstruction of St. Petersburg)] *Dissertatsiya na soiskaniye uchenoy stepeni kandidata arkhitektury*. Sankt-Peterburg, 2008, 145 p.
11. SanPiN 2.2.1/2.1.1.1076-01 *"Gigiyenicheskiye trebovaniya k insolyatsii i solntsezashchite pomeshcheniy zhilykh i obshchestvennykh zdaniy i territoriy"* [Hygienic requirements for sun exposure and sun protection areas of residential and public buildings and grounds]. Available at: http://www.tehbez.ru/Docum/DocumShow_DocumID_570.html
12. SNiP 23-05-95 *"Estestvennoye i iskusstvennoye osveshcheniye"* [Natural and artificial lighting]. Available at: http://base.garant.ru/2306278/#block_10006
13. SanPiN 2.2.1/2.1.1.1278-03 *"Gigiyenicheskiye trebovaniya k yestestvennomu, iskusstvennomu i sovmeshchennomu osveshcheniyu zhilykh i obshchestvennykh zdaniy"* [Hygienic requirements for natural and artificial lighting, and a combination of residential and public buildings]. Available at: http://www.tehbez.ru/Docum/DocumShow_DocumID_504.html
14. Gabriyel I., Ladener Kh.. *Rekonstruktsiya zdaniy po standartam energoeffektivnogo doma*. [Reconstruction of buildings on energy efficiency standards at home]. Sankt-Peterburg, 2011, 470 p.
15. Hothouses and glasshouses. Available at: <http://sciweb.nybg.org/science2/Onlinexhibits/Greenhouses.htm>
16. [Ken Butti](#) and [John Perlin](#). *A Golden Thread: 2500 Years of Solar Architecture & Technology*. Publisher: Cheshire Books, 1980, 289 p.
17. Goryunov V.S., Yakovleva V.A., Yelistratov V.V., Kochanova A.A. *Ispolzovaniye vozobnovlyayushchikhsya istochnikov energii pri rekonstruktsii istoricheskikh zdaniy v Sankt-Peterburge (na primere osobnyaka Nobelya)*. [The use of renewable energy sources in the reconstruction of historic buildings in St. Petersburg (on the example of Nobel's townhouse)]. «Vestnik grazhdanskikh inzhenerov» 2005, no. 2(3). pp. 5-11.
18. Tabunshchikov Yu.A., Brodach M.M., Shilkin N.V. *Energoeffektivnyye zdaniya* [Energy-efficient buildings]. AVOK-PRESS, 2003, 192 p.
19. Trombe wall. Available at: http://en.wikipedia.org/wiki/Trombe_wall
20. Wolfgang Feist, Søren Peper. Manfred Görg. European research project CEPHEUS. Available at: http://www.passiv.de/old/07_eng/news/CEPHEUS_final_short.pdf

ДААННЫЕ ОБ АВТОРЕ**В. А. Мургул**

Соискатель, старший преподаватель кафедры «Архитектурно-строительных конструкций», СПбГАСУ, Санкт-Петербург, Россия

e-mail: october6@list.ru

DATA ABOUT THE AUTHOR**V. Murgul**

Post-graduate student, Saint-Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering (SPSUACE), Saint-Petersburg, Russia

e-mail: october6@list.ru