

ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СОЛНЕЧНОЙ ЭНЕРГИИ ДЛЯ ЭНЕРГОСНАБЖЕНИЯ ЖИЛЫХ ЗДАНИЙ ИСТОРИЧЕСКОЙ ЗАСТРОЙКИ САНКТ-ПЕТЕРБУРГА И УЛУЧШЕНИЯ КАЧЕСТВА ГОРОДСКОЙ СРЕДЫ

В.А. Мургул

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

Аннотация

В статье изложен опыт энергоэффективной модернизации зданий – памятников истории и культуры на основе использования солнечной энергии. Рассматривается влияние на архитектуру зданий систем солнечного энергообеспечения. Продемонстрированы возможности использования солнечной энергии для энергоснабжения зданий исторической застройки Санкт-Петербурга и реорганизации дворов – колодцев.

Автор предлагает выделить системы дополнительного энергетического обеспечения на основе солнечной энергии в класс временных конструкций, потенциально отделимых от капитального остова здания. Введено понятие временных трансформирующихся энергоснабжающих систем. Их использование учитывает сезонность колебания прихода солнечной радиации, что особенно актуально в климатических условиях Санкт-Петербурга. Такой подход позволит в любой момент вернуться к первоначальному облику исторического здания, а также всегда легко и вовремя производить необходимое обновление инженерного оборудования.

Ключевые слова: архитектура, солнечная энергия, энергоэффективные здания, энергосбережение, энергоэффективные технологии

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

V. Murgul

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

Abstract

The capabilities of using solar energy for the supplying the buildings in the historical part of Saint-Petersburg are demonstrated in the paper. The concept of improvement of the energy efficiency of the reconstructed dwelling houses based on applying the energy-saving technologies and renewable energy sources is proposed.

Author proposed to relate the additional energy supplying solar based systems to the class of temporary constructions potentially separable from solid frame of the building. The term “energy supplying transformable temporary systems” is introduced. Their usage takes into account the season variations of the solar radiation being especially demanded in the climatic conditions of Saint-Petersburg. This approach allows easily coming back to the original appearance of the historical building, and provide the required renewal of the engineering equipment in proper time.

Keywords: architecture, solar energy, energy-efficient buildings, energy conversation, energy-efficient technologies

Введение

Проблемы энергоэффективности и энергосбережения являются одними из самых актуальных в последние десятилетия во всех сферах человеческой деятельности.

Значительное количество научных исследований в области энергоэффективных строительных материалов, инженерных систем отопления и климатизации зданий, привнесло в современную строительную науку запас методов, приемов, технологий, способных существенно снизить традиционный уровень энергопотребления. Основной акцент в таких исследованиях делается на улучшении теплотехнических свойств ограждающих конструкций, применении энергоэффективных приборов и оборудования энергоснабжения, оптимизации работы энергоснабжающих организаций.

Отдельной областью является использование возобновляемых источников энергии для энергоснабжения зданий. Все перечисленные мероприятия, применяемые в комплексе, определяют значительное сокращение энергопотребления зданий, по отношению к традиционному [1,2]. Проблема архитектурного освоения привнесённых в облик здания элементов систем солнечного обеспечения является основной задачей исследования.

Влияние систем солнечного энергообеспечения на архитектуру зданий бесспорно. С 70-х годов XX века появилось много понятий и определений, пытающихся описать как стиль архитектуру, основанную на принципах учета климатической ситуации, использовании потенциала местных энергетических и строительных ресурсов [3]. Это первое серьезное обращение к архитектуре как науке, оказывающей значительное влияние на общую экологическую стабильность, связано с всеобщим осознанием необходимости защиты окружающей среды, снижения техногенной и антропогенной нагрузки на биосферу и выделения «экологии» в самостоятельную науку. Определенный вклад в формирование нового архитектурного направления внесли энергетические кризисы XX века, а также стремление к достижению энергетической независимости для стран, лишенных собственных запасов традиционного энергосырья [4].

В определенном смысле, история архитектуры является процессом эстетического освоения новых технических средств, используемых в строительстве, «преобразованием полезного в изящное». Теория архитектуры обычно сосредотачивает свое внимание на взаимосвязи строительных конструкций и архитектурных форм. Однако в процесс архитектурного формообразования включаются и элементы, не связанные непосредственно с конструктивной основой здания. На архитектурное формообразование прямо или косвенно влияют устойчивые приемы отопления, вентиляции, водоснабжения и т.д. Иными словами, весь комплекс технических средств, используемых в строительстве, так или иначе, влияет на процесс формообразования в архитектуре.

Прогресс современной архитектуры заключается в настоящее время не столько в использовании новаторских конструктивных приемов, сколько в применении в архитектуре новейших средств жизнеобеспечения здания, а они, в свою очередь, не могут не влиять на формообразование. Одним из важных факторов, влияющих на облик современного здания, являются элементы, связанные с использованием солнечной энергии. Когда речь идет о реконструкции, архитектурное освоение привнесённых в облик здания элементов инженерного обеспечения является особой задачей [5].

Анализ существующего опыта энергоэффективной реконструкции зданий-памятников истории и культуры показал наличие принципиально разных подходов. Современная энергетическая модернизация уникальных зданий – памятников несет в себе цель не только и не столько перехода на энергоснабжение на основе возобновляемых источников, сколько идею декларирования принципов новой энергетической политики, нового взгляда на производство и потребление энергии. Одним из первых значимых проектов в этой области явился **проект реконструкции здания Рейхстага**, памятника мирового значения (Рис. 1).

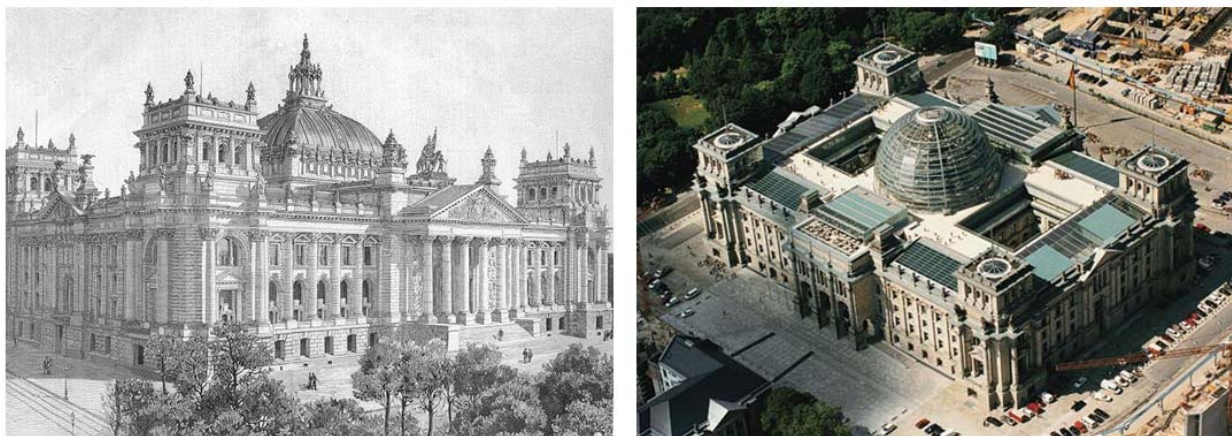


Рис. 1. Здание Рейхстага (фотография 1894 года и современный вид)

Здание Рейхстага, построенное в 1894 году, было реконструировано британским архитектором сэром Норманом Фостером (1999 год). В стальной структуре возведенного купола (диаметр 38 метров в основе, высота 23.5 метров), посетители могут идти по двойному винтовому проходу на высоте 50 метров над землей и наблюдать захватывающий вид на город и солнечную фотоэлектрическую станцию, расположенную на крыше здания. Здание Рейхстага эффектно демонстрирует разнообразное применение солнечной энергии и энергии биомассы. Фотоэлектрические панели (320 м², с выработкой 30 000 kWh в год) интегрированы в кровельное покрытие здания. Весь излишек энергии передается в городскую сеть [6].

Памятник архитектуры мирового значения претерпел значительные внешние изменения. И это пример того, когда зданию придается новая и в тоже время привычная для него роль - выражение главенствующей идеологии, но только уже не в политике немецкой государственности, а в политике глобального энергопотребления. Другой яркий пример энергоэффективной реконструкции здания в исторической среде - **реконструкция здания зала аудиенций (Audience Hall Paul VI) в Ватикане** (арх. Пьер Луиджи Нерви, 1971 год, проект энергоэффективной реконструкции завершен в 2008 году).

Это относительно новое строительство в историческом районе Рима. Зал аудиенций сооружался с 1964 по 1971 год по поручению Папы Павла VI архитектором Пьером Луиджи Нерви. Фотоэлектрическая система, состоящая из 2400 фотоэлектрических панелей, обеспечивает выработку энергии для всех нужд отопления, охлаждения и освещения здания в течение всего года. Кроме того, установка будет компенсировать 225 тонн выбросов CO₂. Конструкция крыши позволяет концентрировать солнечные лучи с помощью светоотражающих материалов, обеспечивая тем самым оптимальное производство электроэнергии [7].

Редизайн крыши папской палаты аудитории является образцовым не только с экологической точки зрения. Проект также удовлетворяет правилам Международной хартии по консервации и реставрации памятников и исторических мест. Размещение солнечных панелей оптимально соответствует сложной волнистой поверхности крыши. Зал аудиенций может служить примером экологической модернизации зданий в исторической среде (Рис. 2).

Еще одним ярким примером является **энергоэффективная реконструкция здания Бюро по туризму (l'office du tourisme d'Ales)** – здания-памятника истории и культуры Франции (Рис. 3). В данном случае реконструкция носит ярко выраженный характер. Размещенные на фасаде фотоэлектрические панели становятся новым архитектурным акцентом в историческом облике здания. Во Франции мэрия каждого района оставляет за

собой право принимать фотогальванический проект и оценивать возможность искажения первоначального облика здания [8].

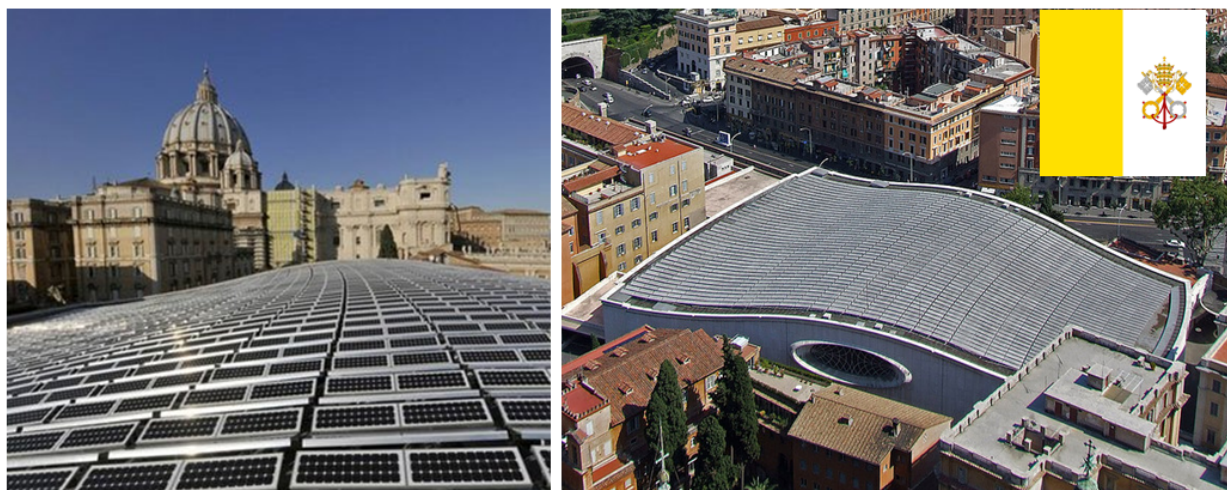


Рис. 2. Реконструированное здание зала аудиенций в Ватикане (Audience Hall Paul VI)



Рис. 3. Реконструированное здание Бюро по туризму (l'office du tourisme d'Ales), Франция

Интересны многочисленные примеры **энергоэффективной модернизации церквей Германии** в рамках программы „Kirchengemeinden für die Sonnenenergie“ (Церковные общины на солнечной энергии). Энергоэффективная модернизация включала в себя обязательный элемент – использование солнечной энергии. Включение солнечных панелей в исторические церковные здания в большинстве случаев носит открытый, и даже демонстративный, характер (Рис. 4). Лишь на памятниках, имеющих мировое значение и многовековую историю, интеграция систем солнечного обеспечения была скрытой. Решение в каждом конкретном случае принималось индивидуально местными органами охраны исторических памятников [9].

В целях сохранения исторического облика здания солнечные модули могут быть выполнены в виде черепицы, по цвету соответствующей исторической. Однако около здания церкви всегда располагается информационное табло о выработке солнечной энергии. На рисунках, соответственно, показаны Церковь Святого Георгия в Тюрингии (Германия) (Рис. 5) и Евангелическая церковь в Шенау (Германия) (Рис. 6).



Рис. 4. Энергоэффективная модернизация церковных зданий - демонстративный характер использования солнечной энергии

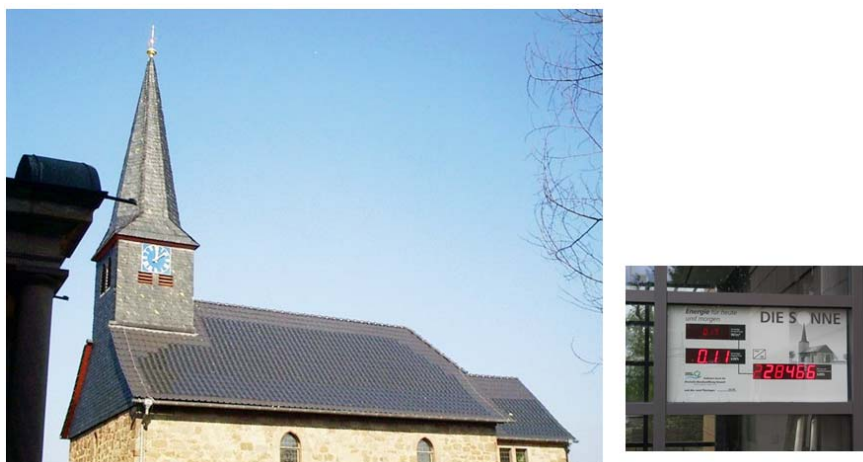


Рис. 5. Энергоэффективная модернизация церкви Святого Георгия в Тюрингии (Германия)



Рис. 6. Энергоэффективная модернизация Евангелической церкви в Шенау (Германия)

Использование строительных и отделочных материалов с включенными фотоэлектрическими элементами (материалов класса Building-integrated photovoltaic), обеспечивает полное сохранение зрительного восприятия лицевых фасадов [10]. Примеры такой энергоактивной черепицы показаны на рисунке 7.



Рис. 7. Кровельные материалы с включенными фотоэлектрическими элементами

Энергоэффективная модернизация церкви Св. Николая в Лейпциге (XII век)

Здание церкви является охраняемым памятником в Германии (Рис. 8). Поэтому было принято решение располагать фотоэлектрические панели на невидимых взору кровельных плоскостях. Принцип демонстративности был соблюден в установке информационного табло, сообщающего о вырабатываемой солнечной энергии на крыше здания.



Рис. 8. Энергоэффективная модернизация церкви Св. Николая в Лейпциге

Другой вариант - расположение солнечных энергосистем в непосредственной близости к историческому зданию или на крышах соседних зданий. По такому принципу была модернизирована система энергоснабжения **лютеранской церкви в г. Оснабрюк**, (год постройки - 1907). Солнечные генераторы не были размещены непосредственно на здании церкви, а расположились рядом (Рис. 9).

Как показывает изучение опыта подобной реконструкции, решение об изменении внешнего облика зданий принимается индивидуально в каждом конкретном случае.

Современный уровень развития систем солнечного электроснабжения позволяет делать энергетическую модернизацию зданий на основе солнечной энергии практически незаметной. Фотоэлектрические элементы могут быть гибкими, прозрачными, полностью

незаметными, повторяя цвет и фактуру ограждающих конструкций здания (Рис. 10), и даже имитировать вьющиеся растения на фасаде (Рис. 11) [11].



Рис. 9. Энергоэффективная модернизация лютеранской церкви в г. Оснабрюк



Рис. 10. Разнообразие фотоэлектрических элементов

Такой вариант энергоэффективной реконструкции был разработан для здания, внешний облик которого должен был остаться неизменным.



Рис. 11. Фотоэлектрические элементы, имитирующие растения на фасаде

Изучение зарубежного опыта энергоэффективной реконструкции исторических зданий на основе использования солнечной энергии позволило сделать следующие выводы:

- в силу уникальности объектов исследования принятие решений о внешнем преобразовании зданий основывается на индивидуальном подходе в каждом конкретном случае;
- несмотря на то, что государства стоят на защите внешних преобразований, именно памятники мирового значения часто выступают носителями новой идеологии – идеологии устойчивого развития, декларируя идею необходимости заботы о будущих поколениях на основе сбалансированного подхода к энергопотреблению.

В итоге можно выделить:

- стилистически формирующие приемы, идеологически активные методы реконструкции;
- приемы незаметной модернизации, маскирующие методы включения систем солнечного энергообеспечения во внешний облик здания.

Первые значимые проекты энергоэффективной реконструкции зданий-памятников истории и культуры на основе использования геотермальной энергии относятся к началу XX века. В 1932 году выполнена энергоэффективная модернизация здания ратуши в Цюрихе (**Zurich town hall**, годы постройки: 1694 -1698) (Рис. 12).

Геотермальная энергия используется для целей отопления, летнего охлаждения и горячего водоснабжения. Пример интересен тем, что это было первое применение теплового насоса для реконструкции исторического здания в Швейцарии. В 1938 году дровяные печи были заменены на тепловые насосы, поставляющие низкопотенциальное тепло реки Лиммат. Температура в реке не опускается ниже $+7^{\circ}\text{C}$. Номинальная тепловая мощность первого теплового насоса составляла 100 кВт, проработал насос 60 лет [12].



Рис. 12. Энергоэффективная модернизация здания ратуши в Цюрихе

Чуть позднее, в 1942 году, подобной реконструкции на основе использования геотермальной энергии подверглось здание Университета в Цюрихе (Университет основан в 1833 году). Система тепловых насосов, обеспечивающих теплоснабжение здания Университета, является одной из крупнейших на берегах реки Лиммат (Рис. 13).

Первые тепловые насосы имели общую номинальную тепловую мощность 5 860 кВт. Современная обновленная версия системы тепловых насосов имеет общую тепловую мощность 10 МВт (Рис. 14).

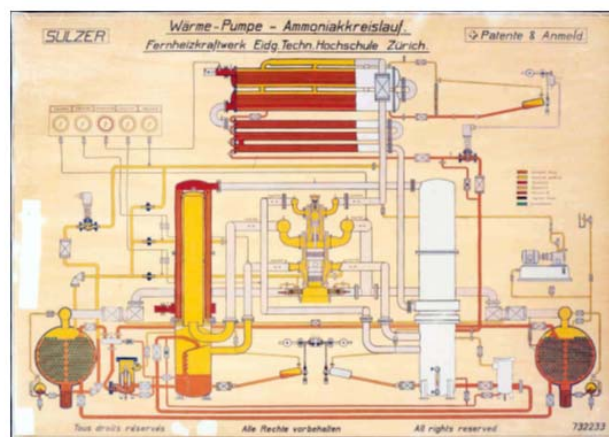
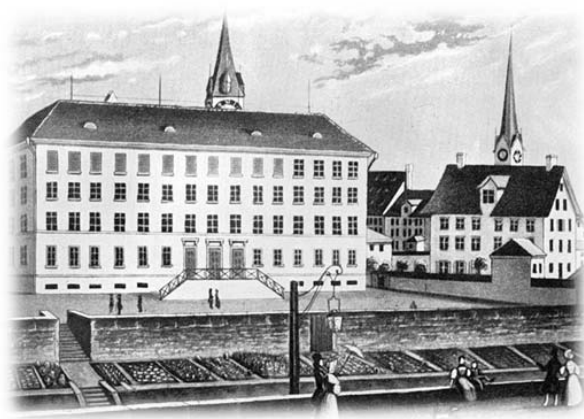


Рис. 13. Здание университета Цюриха и принципиальная схема системы тепловых насосов, рисунок 1942 года



Рис. 14. Первоначальная и современная система тепловых насосов

Все основные 5 видов возобновляемой энергии (энергия Солнца, энергия ветра, биоэнергия, гидроэнергия и геотермальная энергия) могут применяться как для централизованного, так и для локального энергоснабжения зданий. Однако лишь использование энергии Солнца для локального энергоснабжения зданий может оказывать значительное влияние на внешний облик здания. Говоря о солнечном энергоснабжении зданий, можно с уверенностью назвать использование солнечной энергии формообразующим фактором в архитектуре.

Отечественный опыт использования возобновляемых источников энергии для энергоснабжения зданий позволяет сделать вывод об успешном применении солнечной, и особенно геотермальной, энергии в климатических условиях Северо-западного региона [13, 14].

Для Санкт-Петербурга, города, часто называемого «Северной Венецией», проекты теплоснабжения на основе использования низкопотенциального тепла многочисленных рек и каналов являются очень перспективными. Экономически целесообразным использование геотермальной энергии для локального теплоснабжения зданий сможет стать в случае комплексной реконструкции квартала или группы зданий, когда в ходе основных работ планомерно реконструируются набережные, а также покрытие внутриквартальных территорий.

Использование солнечной энергии для энергоснабжения зданий исторической застройки Санкт-Петербурга возможно и оправдано как с точки зрения действующих режимов зон охраны объектов культурного наследия, так и с точки зрения норм проектирования тепловой защиты зданий.

Зоны охраны - это территория защиты, где устанавливается особый режим, ограничивающий градостроительную и хозяйственную деятельность. Меры эти направлены на обеспечение физической сохранности объектов культурного наследия и его исторического окружения.

В качестве главных предметов градостроительной охраны выделены ансамбли исторического центра и пригородов Санкт-Петербурга, внесенные в списки Всемирного наследия ЮНЕСКО, определены наиболее значимые по своей историко-культурной ценности территории, их объектный состав и режимы использования. На этих территориях устанавливаются строгие ограничения на реконструкцию объектов, представляющих историко-культурную ценность (зданий, лицевых фасадов, скверов и т.д.). На остальной части объединенных зон охраны устанавливаются дифференцированные режимы ограничений, допускающие строительство и более радикальную реконструкцию без изменения планировочной структуры (сеть проездов, разбивка кварталов), основных средовых характеристик, отдельных объектов культурного наследия [15]. Состав зон охраны объектов культурного наследия исторически сложившихся центральных районов Санкт-Петербурга представлен на рисунке 15.

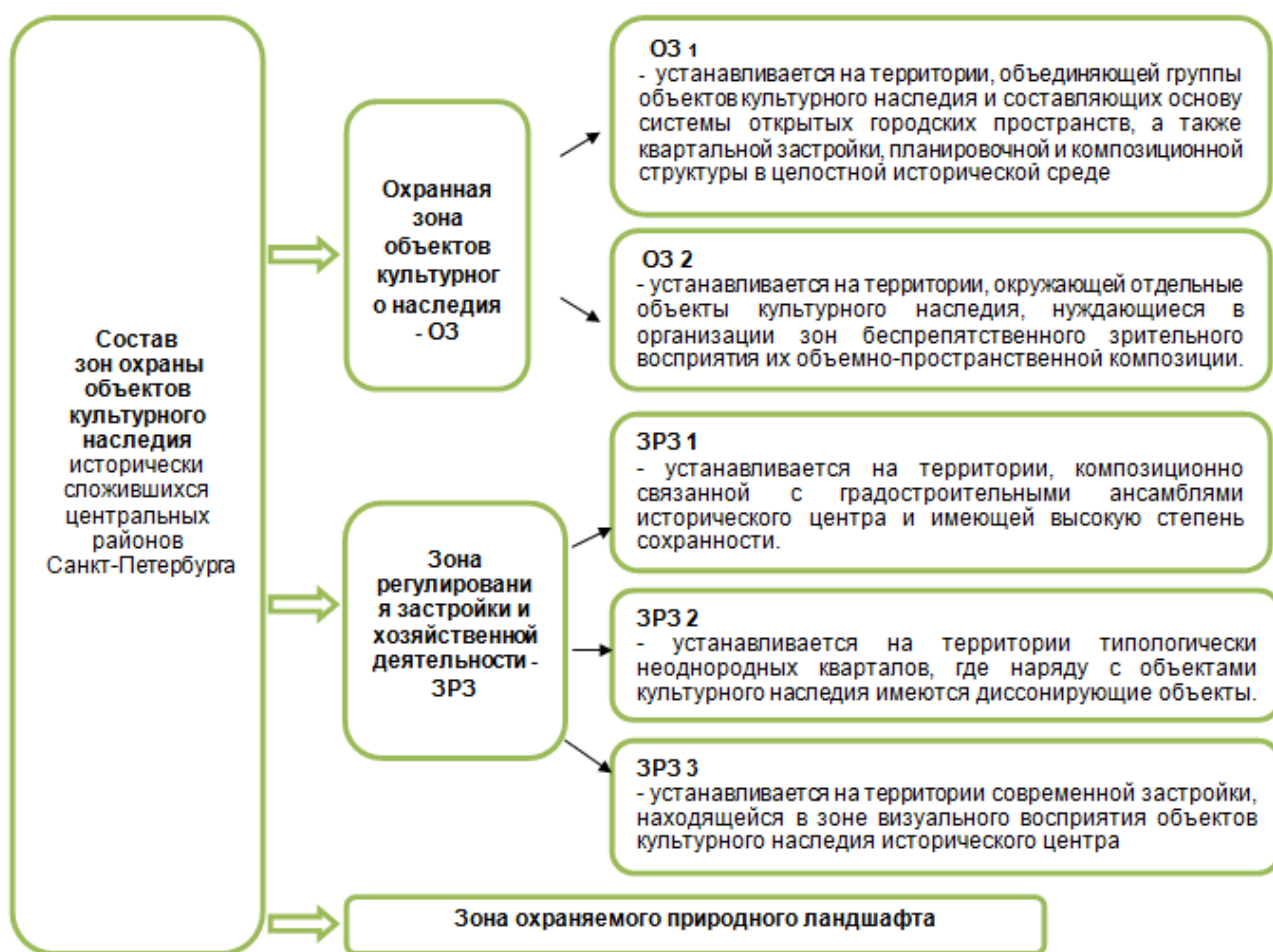


Рис. 15. Состав зон охраны объектов культурного наследия исторически сложившихся центральных районов Санкт-Петербурга

В качестве примера перечислим основные ограничения и допущения на территории охранной зоны 1 (ОЗ 1). **Допускается:**

- локальное изменение архитектурного решения лицевых фасадов исторических зданий, строений и сооружений на уровне первых и цокольных этажей, не искажающее общее архитектурное решение объекта, устройство витрин;
- устройство мансард на лицевых корпусах без изменения конфигурации крыши (допускается повышение отметки конька на 1 м), на дворовых корпусах с частичным изменением конфигурации крыши;
- перекрытие замкнутых дворовых пространств;
- изменение высоты отдельных дворовых корпусов (не выше лицевого корпуса, расположенного перед реконструируемым объектом);
- изменение архитектурного решения дворовых фасадов в соответствии с заключением государственного органа охраны объектов культурного наследия.

Не допускается изменение архитектурного решения лицевых фасадов, в частности, размещение на них инженерно-технического оборудования [16].

Подобные ограничения создают предпосылки для адресного подхода и индивидуального проектного решения в каждом конкретном случае. Санкт-Петербург – это развивающийся мегаполис, и не может быть законсервирован. Поэтому согласование интересов охраны культурного наследия с необходимостью развития и реконструкции городских территорий, сегодня является актуальной задачей.

Накопленный опыт энергоснабжения зданий на основе использования энергии возобновляемых источников в Северо-Западном регионе, на современном этапе предполагает возможность разработки типовых проектных решений энергоэффективной реконструкции зданий. И если для зданий массовых серий этот процесс естественный и реально осуществимый, то здания исторической застройки, значительная часть которых имеет статус памятника истории и культуры, не позволяют принятия подобных «типовых» решений. Поэтому в данной ситуации можно говорить не о типовых проектных решениях, но о типовом подходе, методе энергоэффективной реконструкции, ориентирующей на принятие индивидуального решения на основе анализа историко-культурной ценности здания и ограничений, накладываемых режимами зон охраны.

Действующие нормы проектирования тепловой защиты зданий (СНиП 23-02-2003) предлагают выбор способа соответствия нормируемым показателям тепловой защиты. Показателями тепловой защиты здания являются:

- а) Приведенное сопротивление теплопередаче отдельных элементов ограждающих конструкций здания.
- б) Удельный расход тепловой энергии на отопление здания.
- в) Санитарно-гигиенический показатель.

Требования тепловой защиты жилого здания будут выполнены, если будут соблюдены требования показателей «а» и «б» или «б» и «в» [17]. Возможность проектирования тепловой защиты здания по показателю удельного расхода тепловой энергии очень выгодна именно для зданий-памятников истории и культуры, утепление ограждающих конструкций которых может быть проблематично в связи с наличием охраняемых фасадов и интерьеров одновременно. В результате, даже если приведенное сопротивление теплопередачи отдельных элементов ограждающих конструкций здания и

не соответствует нормативному, достигнуть соответствия требуемому классу энергоэффективности можно путем выработки дополнительной энергии в контуре здания, тем самым уменьшив расход тепловой энергии, поступающей из городских сетей.

Здание выступает не только как потребитель, но и как сборщик и производитель энергии. Таким образом, акцент перенесен с вопроса усовершенствования теплотехнических свойств ограждающих конструкций на технологическое дооснащение с целью собственного производства энергии в контуре здания. Здесь на первое место выступают вопросы архитектурного освоения привнесенных во внешний облик здания элементов систем солнечного энергообеспечения.

Проведенный анализ зарубежного опыта энергоэффективной модернизации зданий – памятников, на основе использования солнечной энергии, **показал два основных подхода:**

1) Стилеобразующий, в основе которого лежит принцип демонстративности. Стилистически формирующие приемы реконструкции, технологическое дооснащение ограждающих конструкций не только не носит подчиненный, утилитарно-практический характер, но и выступает новым художественным акцентом в восприятии исторического здания.

2) Маскирующий, в основе которого – принцип минимального вмешательства в архитектурный облик здания. Применение маскирующих приемов энергоэффективной реконструкции, сохранение неизменности облика здания.

Автором предложен еще один подход: предлагается выделить системы дополнительного энергетического обеспечения на основе солнечной энергии в класс временных конструкций, потенциально отделимых от капитального остова здания. Введено понятие временных трансформирующихся энергоснабжающих систем на основе легких монтажных конструкций.

Это предложение может быть интересно для практики реконструкции Петербурга, и в связи с наличием жестких регламентов охраны, и в связи с климатическими особенностями Северо-Запада.

Применение систем солнечного энергоснабжения для реконструируемых зданий-памятников истории и культуры, как правило, сопряжено с рядом трудностей. В частности, это требование сохранения неизменности внешнего облика здания. Как было сказано выше, действующие режимы зон охраны объектов культурного наследия на территории Санкт-Петербурга подразумевают, в большинстве случаев, возможность изменения лишь архитектуры дворовых фасадов, и требуют сохранения исторической среды и на объектном, и на средовом уровнях.

Устройство мансард разрешено в большинстве случаев, однако, как правило, без изменения очертания кровли. В результате, достаточно сложно оказывается оптимальным образом разместить солнечные коллекторы и фотоэлектрические панели для максимальной выработки энергии. Необходимо найти приемы, обходящие жесткие нормы проектирования, и не в ущерб сохранению архитектурного наследия, и обеспечивающие оптимальную отдачу от работы энергогенерирующих систем.

Таким может стать решение вообще не затрагивать фасады, а создать дополнительную легкую трансформирующуюся «оболочку» здания, цель которой – выработка энергии. Статус «временные» позволит обойти жесткие требования к строительству в историческом центре, а открытые и остекленные пространства не только дадут дополнительный полезный объем, но и смогут быть защитой ценных фасадов от агрессивного воздействия окружающей среды мегаполиса.

Трансформирующиеся системы солнечного энергоснабжения позволят реагировать на сезонные (если не суточные) колебания прихода солнечной радиации. Так, например, размещение солнечных коллекторов в летний период было бы очень уместно для поддержания системы горячего водоснабжения (особенно учитывая ставшие традиционными для Петербурга летние перебои с горячей водой), а «хоронить» коллекторы под снегом на всю зиму - бессмысленно.

Это могут быть открытые и остекленные террасы, галереи, переходы на уровне 1-2 этажей, атриумы, «здания-вставки» на основе многоярусных стальных конструкций, несущих на себе элементы систем солнечного тепло и электроснабжения: солнечные коллекторы и фотоэлектрические модули. Остекленные объемы могут быть использованы в качестве пассивных солнечных систем отопления с включением в систему вентиляции и климатизации здания [18]. Такие системы могут частично или полностью демонтироваться в зимний период, или же преобразовываться путем увеличения остекления. В летний период предполагается восстановление элементов системы выработки солнечной энергии и уменьшение остекления.

Самый простой пример – летние открытые террасы кафе, появляющиеся в большом количестве в Петербурге. Предложенные конструкции, несущие на себе элементы систем солнечного энергоснабжения, могут заменить традиционные конструкции летних террас (Рис. 16).



Рис. 16. Летняя терраса (традиционная конструкция и конструкция из фотоэлектрических панелей)

Статичность архитектурных объектов традиционно ориентирует и на неизменяемую, неотделяемую от строительной оболочки здания систему энергоснабжения. Статичная монументальность зданий не предполагает реагирования на процессы развития систем энергоснабжения, энергетической политики общества в целом.

Сегодня устойчивое развитие среды обитания предполагает не стабильность и неизменность архитектуры, а изменяемость, как главный принцип соответствия динамически меняющимся условиям существования общества. Наделение системы энергоснабжения подвижностью и гибкостью будет являться шагом к динамической адаптации искусственной среды, в соответствии с изменяющимися требованиями общества.

Предложенная система энергоснабжения здания может обновляться значительно чаще, чем будут происходить циклы реконструкции архитектурного объекта. Современные

темпы прогресса в области систем энергоснабжения и климатизации зданий на основе солнечной энергии по времени несоизмеримы с жизненными циклами здания между его реконструкциями. Предлагаемый подход будет способствовать адаптации архитектурных объектов к новым условиям энергоснабжения, позволит сделать техническое переоснащение систем энергоснабжения доступным и своевременным.

Резюмируя преимущества такого подхода, можно выделить следующие:

- демонстративность выработки «зеленой» энергии и приверженности принципам устойчивого развития;
- возможность сезонной эксплуатации (учет сезонных колебаний прихода солнечной радиации);
- создание дополнительных временных пространств в городском центре;
- защита фасадов от агрессивного воздействия окружающей среды;
- возможность своевременного реагирования на рост технического прогресса и периодическое переоснащение;
- возможность быстрого демонтажа и возвращения к исходному состоянию объекта без ущерба капитальному строительству.

Использование солнечной энергии для реорганизации дворов-колодцев

Предложенные легкие монтажные конструкции, несущие на себе элементы систем солнечного энергоснабжения, могут найти широкое применение и для реорганизации пространства дворов-колодцев Санкт-Петербурга.

Основной схемой планировочной компоновки жилых зданий исторического центра Санкт-Петербурга является периметральная застройка участка, с одним или несколькими внутренними дворами. Повторяемость такой схемы составляет 54% [19] (Рис. 17).



Рис. 17. Типичный петербургский двор-колодец и фрагмент спутниковой съемки Санкт-Петербурга

Существующий опыт создания атриумов не затрагивает жилые здания и практически не использует возможности в области энергоэффективных технологий на основе солнечной энергии. (В качестве примера можно привести реконструкцию доходного дома И.В. фон Бессера и дома компании Зингер в Санкт-Петербурге).

Современное состояние дворов-колодцев в большинстве случаев можно назвать катастрофическим с точки зрения инсоляции, освещенности и вентиляции. Планирование

внутреннего пространства здания должно изначально ориентироваться на реорганизацию двора-колодца. Создание полезного пространства, частично закрытого от погодных условий, неизбежно ограничит доступ к естественным условиям городской среды.

С учетом существующей экологической обстановки мегаполиса, а также погодных условий Санкт-Петербурга, такая защита будет только во благо. Вместе с тем, недопустимо понизить и без того недостаточный уровень инсоляции и освещения. Планировка квартир должна учитывать новую функцию двора-колодца, и все квартиры должны иметь окна, выходящие и во двор, и на улицу.

В комплексе мер по реорганизации предполагается:

- Увеличение уровня освещенности при помощи системы световодов. Высокоэффективная отражающая способность современных световодов позволяет отражать до 98% света. Свет эффективно передается на расстояние до 25 м от купола.
- Оптимизация системы вентиляции (летнее охлаждение поступающего воздуха в грунтовых теплообменниках и зимний естественный подогрев поступающего воздуха в пространстве атриума).
- Солнечное электроснабжение объема атриума и системы вентиляции: освещение дворового пространства на основе фотоэлектрической энергии, подогрев стеклянного покрытия для естественного таяния снега, обеспечение работы системы приточно-вытяжной вентиляции на основе вырабатываемой фотоэлектрической энергии.
- Пространственная реорганизация двора: устранение открытых парковок, по возможности создание заземленных паркингов (при нежилой функции первого этажа), создание скверов и детских площадок, закрытых от непогоды стеклянным покрытием.

В отличие от традиционных атриумов, предлагается создать негерметичное покрытие, обеспечивающее естественный обмен воздушных потоков. Конструкции покрытия дворов-колодцев могут быть как временными, так и постоянными. Причем здесь рационально другое сезонное колебание – они более выгодны в зимний период. Возведенные в экспериментальном порядке временные трансформирующиеся конструкции покрытия дворов-колодцев впоследствии могут стать постоянными.

Петербургская стратегия сохранения культурного наследия определяет основные приоритеты, критерии и направления охраны формулой “сохранение через развитие, развитие через сохранение” [20]. Ускорение развития научно-технического прогресса, осознание реальности глобальных климатических изменений, динамичность всего общественного развития влечет за собой изменения во всех сферах человеческой деятельности, в том числе и в архитектуре, и в частности в системе энергоснабжения, которая в свою очередь уже не может не оказывать влияния на архитектуру.

Предложенные автором трансформирующиеся энергоснабжающие системы на основе солнечной энергии могут дать новые технические и композиционные возможности адаптации зданий к изменению их энергоснабжения. Одним из направлений в практике проектирования может стать разработка временных трансформирующихся легких монтажных конструкций, несущих на себе элементы систем солнечного энергоснабжения и имеющих собственные принципы архитектурного формообразования.

Литература

1. Стратегия повышения энергоэффективности в муниципальных образованиях [Сетевой ресурс]. - URL: <http://www.energsovet.ru/stenergo.php>

2. 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
3. Szokolay, S.V. World Solar Architecture / S.V.Szokolay. – London, New York: Architectural Press, Halsted Press, 1980.
4. Герман Шеер. Восход солнца в мировой экономике. Стратегия экологической модернизации. - М.: Тайдекс Ко, 2002. – 320 с.
5. Яковлева В.А. Влияние возобновляемых источников энергии на стилистику современной архитектуры // Сборник статей по материалам научно-практической конференции «Проблемы искусства в 21 веке: задача школы. - СПб, 2010г. С. 335 – 339
6. Reichstagsgebäude [Сетевой ресурс]. - URL: <http://de.wikipedia.org/wiki/Reichstagsgeb%C3%A4ude>
7. Vatikanische Audienzhalle [Сетевой ресурс]. - URL: http://de.wikipedia.org/wiki/Vatikanische_Audienzhalle
8. Panneaux solaires et monuments historiques [Сетевой ресурс]. - URL: <http://www.quelleenergie.fr/magazine/batiments-durables/panneaux-solaires-monuments-historiques-10496/>
9. DBU-Förderschwerpunkt: Kirchengemeinden für die Sonnenenergie [Сетевой ресурс]. - URL: <http://www.dbu.de/spunkte/kirchendaecher/>
10. Tegole fotovoltaiche integrate nel tetto [Сетевой ресурс]. - URL: <http://www.consulente-energia.com/ftv-tegole-fotovoltaiche-integrate-costi-prezzi-tegola-solare.html>
11. Pannelli colorati, bifacciali, cilindrici, etc [Сетевой ресурс]. - URL: <http://www.consulente-energia.com/fotovoltaico-pannelli-solari-colorati-bifacciali-trasparenti-cilindrici.html>
12. History of Heat Pumps. Swiss Contributions and International Milestones [Сетевой ресурс]. - URL: <http://www.bfe.admin.ch/index.html?lang=de>
13. Безруких П.П., Арбузов Ю.Д., Борисов Г.А. и др. Ресурсы и эффективность использования возобновляемых источников энергии в России. Под ред. П.П. Безруких. - СПб.: Наука, 2002. - 314 с.
14. Елистратов В. В. Возобновляемая энергетика. - СПб.: Изд-во СПбГПУ, 2011. – 239 с.
15. Общая пояснительная записка к проектам зон охраны Санкт-Петербурга и его пригородов [Сетевой ресурс]. - URL: http://old.gov.spb.ru/gov/admin/otrasl/c_govcontrol/regl/proekt_zon_oxran
16. 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 г [Сетевой ресурс]. - URL: <http://www.assembly.spb.ru/manage/page?tid=633200192>
17. СНиП 23-02-2003: Тепловая защита зданий. Дата введения 2003-10-01 [Сетевой ресурс]. - URL: http://www.rosteplo.ru/Npb_files/npb_shablon.php?id=306

18. Stefanutti, L. Климатизация атриумов. L. Stefanutti // АВОК –Некоммерческое партнерство инженеров. – 2001. – №4. – С. 27-30 [Сетевой ресурс]. - URL: http://www.abok.ru/for_spec/articles.php?nid=38
19. Афанасьев, А.А. Реконструкция жилых зданий. – Ч. I. Технологии восстановления эксплуатационной надежности жилых зданий. – М., 2008 [Сетевой ресурс]. - URL: <http://www.complexdoc.ru/ntdtext/537194>
20. Петербургская стратегия сохранения культурного наследия. Постановление Правительства Санкт-Петербурга от 01.11.2005. – N 1681 [Сетевой ресурс]. – URL: <http://kgiop.ru/rus/strategy/>

References

1. *Strategiya povysheniya energoeffektivnosti v munitsipalnykh obrazovaniyakh* [Strategy for improving energy efficiency in municipalities]. Available at: <http://www.energsovet.ru/stenergo.php>
2. 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]. Available at: http://archvuz.ru/2012_4/7
3. Szokolay, S.V. *World Solar Architecture* / S.V.Szokolay. London; New York: Architectural Press; Halsted Press, 1980.
4. German Sheyer. *Voskhod solntsa v mirovoy ekonomike. Strategiya ekologicheskoy modernizatsii* [Sunrise in the global economy. The strategy of ecological modernization]. Moscow, 2002, 320 p.
5. Yakovleva V.A. *Vliyaniye vozobnovlyayemykh istochnikov energii na stilistiku sovremennoy arkhitektury* [Impact of renewable energy sources in the style of modern architecture]. St. Petersburg, 2010, P. 335 – 339.
6. Reichstagsgebäude. Available at: <http://de.wikipedia.org/wiki/Reichstagsgeb%C3%A4ude>
7. Vatikanische Audienzhalle. Available at: http://de.wikipedia.org/wiki/Vatikanische_Audienzhalle
8. Panneaux solaires et monuments historiques. Available at: <http://www.quelleenergie.fr/magazine/batiments-durables/panneaux-solaires-monuments-historiques-10496/>
9. DBU-Förderschwerpunkt: Kirchengemeinden für die Sonnenenergie. Available at : <http://www.dbu.de/spunkte/kirchendaecher/>
10. Tegole fotovoltaiche integrate nel tetto. Available at: <http://www.consulente-energia.com/ftv-tegole-fotovoltaiche-integrate-costi-prezzi-tegola-solare.html>
11. Pannelli colorati, bifacciali, cilindrici, etc. Available at: <http://www.consulente-energia.com/fotovoltaico-pannelli-solari-colorati-bifacciali-trasparenti-cilindrici.html>
12. History of Heat Pumps. Swiss Contributions and International Milestones. Available at: <http://www.bfe.admin.ch/index.html?lang=de>

13. Bezrukih P.P., Arbuzov Yu.D., Borisov G.A. *Resursy i effektivnost' ispol'zovaniya vozobnovlyayemykh istochnikov energii v Rossii* [Resources and efficiency use of renewable energy sources in Russia]. St. Petersburg, 2002, 314 p.
14. Elistratov V.V. *Vozobnovlyayemaya energetika* [Renewable power]. St. Petersburg, 2011, 239 p.
15. *Obshchaya poyasnitel'naya zapiska k proyektam zon okhrany Sankt-Peterburga i yego prigorodov* [General explanatory note to the protection zones of Saint Petersburg and its suburbs]. Available at:
http://old.gov.spb.ru/gov/admin/otrasl/c_govcontrol/regl/proekt_zon_oxran
16. *Zakon Sankt-Peterburga «O granitsakh zon okhrany ob"yektov kul'turnogo naslediya na territorii Sankt-Peterburga i rezhimakh ispol'zovaniya 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>
17. Snip 23-02-2003 «*Teplovaya zashchita zdaniy*». [SNIP 23-02-2003 "Thermal protection of buildings"]. Data vvedeniya 2003-10-01) Available at:
http://www.rosteplo.ru/Npb_files/npb_shablon.php?id=306
18. Stefanutti, Luca. /Luca Stefanutti. *Ventilyatsiya. Otopleniye. Konditsionirovaniye* [Heating, Ventilation, Air Conditioning]. Available at: http://www.abok.ru/for_spec/articles.php?nid=38
19. Afanasyev, A.A., Matveyev, Ye.P. *Rekonstruktsiya zhilykh zdaniy, Chast' I. Tekhnologii vosstanovleniya ekspluatatsionnoy nadezhnosti zhilykh zdaniy*. [Reconstruction of the dwelling houses. Part 1. Technologies for restoring the operational reliability of dwelling houses]. Moscow 2008, Available at: <http://www.complexdoc.ru/ntdtext/537194>
20. *Peterburgskaya strategiya sokhraneniya kul'turnogo naslediya*. [The strategy of Saint-Petersburg for saving the cultural heritage]. Available at: <http://kgiop.ru/rus/strategy/>

ДАННЫЕ ОБ АВТОРЕ

В.А. Мургул

Соискатель, старший преподаватель кафедры «Архитектурно-строительных конструкций», СПбГАСУ, Санкт-Петербург, Россия
e-mail: october6@list.ru
+7 (950) 01 01 931

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
+7 (950) 01 01 931