

УДК 621.311.243:72(045)

К 82

***ПРИМЕНЕНИЕ СОЛНЕЧНЫХ БАТАРЕЙ В СОВРЕМЕННОЙ  
АРХИТЕКТУРЕ***

***Кривошеева Е.Н.***

*студент,*

*Санкт-петербургский государственный архитектурно-строительный  
университет,*

*Санкт-Петербург, Россия*

***Дбар М.Б.***

*студент,*

*Санкт-петербургский государственный архитектурно-строительный  
университет,*

*Санкт-Петербург, Россия*

**Аннотация**

В данном исследовании анализируется потенциал применения солнечных батарей как проектных инноваций в архитектуре, способных не только восполнить возрастающие потребности градостроительства в энергоресурсах, но и добавить эстетики урбанистическому дизайну. Раскрываются общие основы функционирования гелиобатарей и их типология с описанием положительных и негативных характеристик эксплуатации. Приводятся конкретные актуальные примеры их применения в различных отраслях с использованием самых новых достижений современной науки.

**Ключевые слова:** архитектура, альтернативные источники энергии, солнечные батареи, солнечная энергетика, экономия природных ресурсов, энергетическая эффективность, возобновляемые источники энергии, гелиоархитектура.

## ***THE USE OF SOLAR PANELS IN MODERN ARCHITECTURE***

***Krivosheeva E.N.***

*student,*

*St. Petersburg state University of architecture and building,*

*Saint Petersburg, Russia*

***Dbar M.B.***

*student,*

*St. Petersburg state University of architecture and building,*

*Saint Petersburg, Russia*

### **Annotation**

This study analyzes the potential of solar battery as a design innovation in architecture that can not only fill the growing needs of urban development in energy resources, but also add aesthetics to urban design. Describes the General foundations of functioning of heliolatry and typologies describing positive and negative features of exploitation. Concrete actual examples of their application in various branches with use of the newest achievements of modern science are given.

**Keywords:** architecture, alternative energy sources, solar panels, solar energy, natural resources saving, energy efficiency, renewable energy sources, solar architecture.

### **Введение**

На современном уровне развития цивилизации производство и использование солнечных батарей явилось закономерной ступенью социозволюционного процесса, ведь люди нашли им обширное применение практически во всех сферах жизни общества. Это и связь, и медицина, и телекоммуникации, и многое другое. Многие области науки и общественной жизни не могут полноценно взаимодействовать с современными

Дневник науки | [www.dnevniknauki.ru](http://www.dnevniknauki.ru) | СМИ Эл № ФС 77-68405 ISSN 2541-8327

технологиями без надлежащей работы объектов космонавтики и микроэлектроники, которые берут энергию у солнца с помощью специальных устройств: от маленьких панелек до целых солнечных электростанций (рис.1). Набирает популярность использование кардинально-преобразовательных гелиоэнергетических решений в дизайн-проектировании и архитектуре, открывающих новые возможности перед этими сферами профессиональной деятельности. [18]



Рисунок 1. Гелиобатареи

Современные проблемы экологического и энергетического спектра, обусловленные всё возрастающими темпами ресурсопотребления на планете, поставили перед человечеством задачу найти и приспособить под свои растущие нужды какой-то новый энергоисточник, способный стать продуктивной альтернативой традиционным энергоисточникам. [16] В качестве такого решения были найдены и усовершенствованы способы получения энергии из солнечного излучения. Это породило новую проблему: как охватить новыми разработками максимум людей, в них нуждающихся. [4]

Гелиоархитектура имеет много преимуществ перед обычной, в основном, за счёт значительной экономии денежных средств на энергоснабжении. Пока общее количество энергопродукта, полученного с

помощью фотоэлектрических инноваций, за последнее десятилетие не превысило 70 ГВт. С одной стороны, хороший результат, потому что этого хватило бы для обеспечения электричеством 20 миллионов зданий. Но с другой стороны, это ничтожно малое количество по сравнению с общим потенциалом гелиоэнергетики в глобальном масштабе, способной вытеснить традиционную энергетику на вторые позиции. [21]

### **Устройство и функционирование солнечных батарей**

Солнечная батарея – это конструкция из фотогальванических ячеек и рамы из металла или пластика. Функционирование солнечных батарей базируется на преобразовании солнечной энергии в электрическую, то есть превращение излучения в ток. Отличие от традиционных энергосистем состоит, кроме всего прочего, и в том, что этот ток – постоянный, а не переменный, поэтому ток, полученный от солнца, приходится ещё и преобразовывать в переменный. [3] Кроме того, в случае с солнечными батареями наличие электричества зависит, собственно, от наличия солнца на небосклоне, поэтому погодные условия существенно осложняют энергопотребление, что приводит к насущной необходимости встраивать аккумуляторы и другие сопутствующие устройства, что немного удорожает всю систему, так как аккумуляторы нуждаются в более частой замене, чем остальные элементы конструкции. [8]

Фотоэлектрические элементы на корпусе гелиобатареи защищены специальной прозрачной панелью. Широко распространены именно фотопреобразователи из кремния, благодаря их надлежащему соотношению «цена-качество», показывающему сравнительно высокий КПД (20-25%) при низкой цене. Тонкопленочные, монокристаллические и поликристаллические фотогальванические элементы соединяются последовательно или параллельно и иногда выводятся на клеммы главного корпуса (рис. 2).

Гелиоэнергетические панели можно вписать в архитектурный проект в качестве успешного дизайнерского решения. При этом спектр таких решений

Дневник науки | [www.dnevniknauki.ru](http://www.dnevniknauki.ru) | СМИ Эл № ФС 77-68405 ISSN 2541-8327

может быть достаточно широким: инновационный облицовочный материал, выполняющий дополнительную функциональную нагрузку, ограждающие конструктивные элементы, часть внешне-оформительской дизайнерской концепции (рис. 3).



Рисунок 2. Устройство гелиобатареи

Фотоэлектрические элементы защищены от внешнего воздействия прозрачной ударопрочной лицевой панелью с антибликовым покрытием и лёгким нержавеющей алюминиевым корпусом. Такая конструкция обладает высокой светопропускной способностью, свойством минимизации энергопотерь от отражения и повышенной устойчивостью к износу. [15]



Рисунок 3. Гелиомодули VIPV как часть дизайнерской концепции здания

### **Практическое использование гелиобатарей**

Гелиотехнологии как часть архитектуры здания более типичны для стиля хай-тек. Со временем даже выработался самостоятельный термин – гелиоархитектура. Но содержание данного понятия намного шире, чем может показаться на первый взгляд. [12] Гелиоархитектура предполагает не просто применять фотогальванические устройства, но изначально основывать проект целиком на гелиотехнологиях, индивидуально прорабатывая их возможности для каждой конкретной местности. То есть нужно заранее правильно рассчитать расположение дома и всех его конструктивных элементов оптимальной формы, чтобы готовый результат мог брать от солнца максимум энергии. Данный экопринцип должен также учитывать и планируемый экстерьер здания, чтобы инновационные конструкции не выглядели на нём необоснованным нагромождением, утяжеляющим внешний эффект. [10]

В качестве успешного примера вышеописанных технологий строительства, полезно изучить образцы зарубежной гелиоархитектуры.

Наверно, самый масштабный такой проект в горизонтальной проекции – это немецкий микрорайон «Sonnenschiff» в Фрайбурге, целый гелиогород, созданный Рольфом Дишем в 2004 году. Здесь 58 домов с

фотогальваническими крышами объединены единой гелиоэнергетической концепцией (рис. 4).



Рисунок 4. Гелиорайон «Sonnenschiff» в Германии

Примечательно, что находясь на полной энергетической самокупаемости, поселение ещё и других снабжает излишками своего электричества. Проектировщиками были тщательно рассчитаны все параметры наклона крыш, чтобы они не только поглощали максимальное количество солнца, не мешая друг другу, но и дарили прохладу жителям внизу за счёт особенностей своей формы. Фокальным центром района является одноимённое здание «Sonnenschiff», примечательное тем, что до него коммерческих гелиообъектов не строили. Так что в «солнечном городе» даже арендаторы коммерческих помещений могут наслаждаться бесплатным электричеством.

Принцип одновременного сочетания энергетического самообеспечения и самоохладения лежит в основе и другого масштабного проекта, но на этот раз масштабного в вертикальной проекции. Это возведённая в 2009 году арабская «Vertical Village» в Дубае, название которой так и переводится – вертикальная деревня (рис. 5).

Дубайская архитектура уже много лет славится смелостью инноваций и экорешений. Экопринцип гелиодеревни, конечно, виден в материальном осуществлении идеи о возможности здания брать нужные ему ресурсы от природы. А инновационный полёт мысли выражается в том, что расположение всех гелиопанелей и остальных конструктивных элементов сооружения обеспечивает прохладу находящимся внутри людям.



Рисунок 5. Гелиодеревня «Vertical Village» в ОАЭ

Все эти характеристики делают «Vertical Village» практически идеальным строением для пустыни, так как оно умеет и использовать по максимуму излучение палящего солнца, и защищать всё живое от этого невыносимого зноя, затеняя все «живые» зоны ради людей, там находящихся.

Ещё более масштабный проект в вертикальной проекции – американский небоскрёб «Chicago Solar Tower», который решил ту же самую проблему (поглощение максимум солнца при минимальном нагреве «людского» пространства) совершенно другими средствами. Гелиопанели чикагской башни просто вращаются, не давая нагреться «живым» зонам и догоняя солнце при каждом его движении (рис. 6). При этом, благодаря тщательной проработке проекта, фотогальванические элементы не загораживают обзор и не «утяжеляют» экстерьер здания (оно наоборот кажется воздушным). [11]



Рисунок 6. Гелиобашня «Chicago Solar Tower» в США

Проблема эстетически-приемлемого внешнего вида «солнечных» зданий всегда осложняла задачу дизайнерам и архитекторам, ведь фотоэлектрические преобразователи могли быть только чёрными или серыми. Но так было только до недавнего времени, потому что прогресс не стоял на месте и выработал продукт, способный решить эту проблему и дать новый стимул творчеству проектировщиков. Речь идёт о специальной плёнке, дающей возможность «окрасить» фотопанель в любой цвет.

Солнечные технологии применяются не только в жилых и коммерческих зданиях, но и в менее масштабных объектах инфраструктуры. [1] В болгарском Приморском парке возле Бизнес-инкубатора в Бургасе, благодаря инновационному объекту предметного дизайна, прохожие могут заряжать свою портативную технику прямо под солнцем: такую возможность им даёт специальная гелиоскамейка, способная удовлетворять потребности одновременно четырёх энергопотребителей (рис. 7). Разумеется, ночным освещением конструкция обеспечивает себя тоже сама. Противовандальное сооружение ещё и обладает высокими эстетическими характеристиками, благодаря мраморной крошке и мозаичным элементам.



Рисунок 7. Гелиоскамейка в Болгарии

Российские проектировщики тоже способны на многое в области гелиоархитектуры. Особенно это актуально в современных условиях переустройства и модернизации столичной инфраструктуры. [17] Прежде всего, это сделанные в виде опрокинутых пирамид станции бесплатного Wi-Fi, получающие питание от гелиобатарей. Обладающие высокой устойчивостью к нагрузке природных стихий и варварским действиям человека, они стали появляться в столичных парках с 2011 года (Крюковский, Измайловский, Царицыно, Крымская набережная и др.). Станции обладают следующими характеристиками: скорость – от 3 Мбит/с (4G), ёмкость аккумуляторов – 72 часа, дальность сигнала – 150 м.

В Алтуфьевском заказнике в 2013 году даже возведена гелиоэлектростанция «Ярослава» с мощностью пятидесяти компьютеров, которая перевела всю парковую инфраструктуру на полное энергетическое самообеспечение (рис. 8). Это и видеонаблюдение, и освещение, и бесплатный Wi-Fi, и абсолютное новшество (не повторённое пока ещё нигде в мире) – виброочиститель от снега.



Рисунок 8. Гелиоэлектростанция «Ярослава» в России

Солнечные батареи широко используются не только в масштабных проектах, но и в частном строительстве. Как классический пример успешного воплощения в жизнь идей гелиоархитектуры в частном секторе, можно привести немецкий энергоэффективный дом в два этажа, возведённый предприятием Fertighaus Weiss в 2009-2010 годах и предназначенный для частного проживания (рис. 9). Панорамные окна южноориентированного фасада пропускают максимум солнца, умело используя его для нужд здания, чему способствует его расположение и применяемые в нём технологии. Если обратиться к техническим характеристикам данного дома, то расход энергии в нём удерживается на значимо низком уровне – 40 кВт. ч/м<sup>2</sup> в год, что обусловлено использованием комплекса теплосберегающих, работающих на гелиоэнергии высокофункциональных технических средств, включающих в себя средства рекуперации тепла, предназначенные для вентиляционных систем, тепловую насосную станцию и другие инновационные приёмы для обеспечения энергосберегающего эффекта.



Рисунок 9. Гелиодом в Германии

При всей своей популярности, солнечные батареи не являются панацеей от всех энергетических проблем жилого и коммерческого строительства. Стремление сэкономить может привести к установке оборудования с низким КПД, которое не сможет обеспечить необходимой энергией всю постройку и решить все возложенные на него задачи. Например, имеет значение, из чего сделаны фотоэлементы – из поликристаллического или монокристаллического кремния, имеющего более высокий КПД и увеличенные показатели прочности. [7]

Вместе с тем, популярность гелиобатарей обусловлена их автономностью, износостойкостью, надёжностью, экологичностью и экономичностью. При сравнительно быстрой окупаемости, эти высокотехнологичные средства могут прослужить около 20 лет, в течение которых будут обеспечивать бесплатным электричеством значительное количество людей при небольшом размере конструкции. Все эти характеристики заставляют смотреть на фотовольтаику как на будущее планеты. [2]

**Типология, особенности, положительные и отрицательные характеристики эксплуатации гелиобатарей**

Классификация гелиоустройств состоит из десятков видов, характеризующихся рядом особенных черт, идентифицирующихся как плюсы и минусы. Основных таких типов – около четырёх, и все они базируются на кремнии: кремниевое-водородная панель принимает излучение и преобразовывает его в электричество, меняя направление движения электронов. [9]

1. *Монокристаллические.* У таких гелиобатарей все фотогальванические элементы обращены в одну сторону, что позволяет производить большие объёмы электричества (и это можно назвать положительным качеством данной разновидности). К отрицательным качествам можно отнести то, что объём производимого электричества здесь сильно зависит от точности расположения и угла наклона гелиопанели, способной хорошо принимать только прямые лучи с безоблачного неба.

2. *Поликристаллические.* Разнонаправленные кремниевые ячейки выдают маленькие объёмы электричества, что является отрицательным качеством данной разновидности. Но к положительным её качествам можно отнести способность поглощать и перерабатывать даже рассеянный солнечный свет, а также экономию в приобретении за счёт более простой технологии производства.

3. *Аморфные.* Произведённые путём напыления кремния на слой фольги, эти гелиобатареи вырабатывают совсем мало энергии, причём их КПД постоянно снижается (двухмесячное использование крадёт у него целых 15%, а через 3 года устройство и вовсе приходится менять). Это всё минусы, а к плюсам можно отнести способность впитывать излучение с дождливого неба.

4. *Гибридные.* Здесь происходит эффективное сочетание двух технологий (монокристаллы и аморфный кремний), объединяющее плюсы обоих (главный из которых заключается в способности принимать и преобразовывать рассеянный свет) и делающее конечный продукт по своим характеристикам больше похожим на поликристаллические устройства.

Особняком стоит такой новый вид как *полимерные* гелиобатареи, состоящие из нескольких тонких полимерных слоёв. К минусам можно отнести энергетическую эффективность, застывшую на значении 4-6%, но зато плюсом является низкая стоимость и возможность сгибать батарею при адаптации к самым различным архитектурным решениям. [14]

### **Преимущества гелиобатарей**

Неоспоримые преимущества гелиоэнергетики в общем и фотогальванических устройств в частности – обусловлены положительными качествами самой солнечной энергии: она всегда доступна и никогда не закончится (в отличие от других, истощаемых природных ресурсов). К плюсам, выгодно отличающим солнечные станции от стандартных электрических, относятся: отсутствие вредного шумового воздействия в непосредственной близости от устройства, отсутствие какого-либо вреда природе, отсутствие необходимости постоянного нахождения обслуживающего персонала. [5]

Долговечность гелиоэнергетической конструкции тоже относится к положительным характеристикам эксплуатации: её элементы живут от 20 до 25 лет до необходимости полной замены. Наличие движущихся частей на некоторых моделях сокращает срок эксплуатации, но не критично.

Конструктивным плюсом, о котором мало кто говорит, является модульная особенность сооружения – то есть возможность масштабирования гелиоэнергетической системы за счёт присоединения дополнительных панелей.

Ещё одним плюсом является независимость от городской электростанции, особенно если там бывают перебои с электричеством. [6]

Конечно, у гелиобатарей есть и недостатки, как и у любых инноваций. Прежде всего, это высокая цена, которая задерживает рост данной перспективной отрасли. Дополнительные проблемы для исследователей создаёт неоднозначность расчетов окупаемости гелиооборудования.

Технологии производства фотогальванических элементов ставят под вопрос экологичность гелиоэнергетики, так как сопровождаются выделением в атмосферу вредных веществ. И, наконец, самым большим недостатком можно назвать низкий КПД гелиобатарей. [13]

### **Заключение**

В итоге проведённого исследования современных тенденций в области гелиоэнергетики можно сделать вывод, что фотовольтаика имеет достаточно перспектив для широкого использования в архитектуре. Основной проблемой, сдерживающей рост этой перспективной отрасли, является высокая цена и негибкая ценовая политика в данном сегменте экономики, но финансовые риски здесь минимизируются хорошей окупаемостью гелиопанелей. Кроме того, такие инновации незаменимы при создании техники, не требующей много электричества. [20]

Для получения электроэнергии от солнечных батарей нужна система аккумуляторов, инверторов и других устройств, а также необходимые помещения для полноценной работы данной системы. При этом чем больше электричества требуется, тем больше пространства придётся задействовать.

Таким образом, использование гелиобатарей имеет большое значение для решения проблем современной архитектуры и современной экологии. [19]

### **Библиографический список:**

1. Богатова Т.В., Бондарук Я.С. Анализ зарубежного опыта архитектурно-типологического формирования домов с солнечными батареями / Богатова Т.В., Бондарук Я.С. // Научный вестник Воронежского государственного архитектурно - строительного университета. Серия. Высокие технологии. Экология. - 2010. - № 1. - С. 145- 147.
2. Бударин Е.Л. Энергоэффективные конструкции и материалы в архитектуре экологического доступного малоэтажного жилища / Бударин Е.Л. //

Современная наука и инновации. Научный журнал. Северо-Кавказского федерального университета. - 2017. - № 4 (20). - С. 202-219.

3. Бударин Е.Л. Коркмазов А.К., Байрамкулов И.М. Инновационные технологии в строительстве. Солнечные батареи, интегрированные в крышу малоэтажного жилища / Бударин Е.Л. Коркмазов А.К., Байрамкулов И.М. // Международный электронный научно-практический журнал «Современные научные исследования и разработки». - 2017. - № 8 (16). - С.101-103.

4. Виссарионов В.И. и др. Солнечная энергетика: Учебное пособие для вузов / В.И. Виссарионов, Г.В. Дерюгина, В.А. Кузнецова, Н.К. Малинин. – М.: Издательский дом МЭИ, 2008. - 276 с.

5. Дворецкий А.Т., Клевещ К.Н. Оценка экологической безопасности устройств прямого солнечного нагрева / Дворецкий А.Т., Клевещ К.Н. // Биосферная совместимость: Человек, регион, технологии. Научно-технический журнал. - 2017. - № 4 (20), (октябрь-декабрь). - С. 107-112.

6. Дьяков А. Ф. Малая энергетика России: проблемы и перспективы / Дьяков А. Ф. - М.: «Энергопрогресс»: энергетика», 2003. - 336 с.

7. Ершова Е.В., Овакимян К.Г., Свергун О.А. Гибкие солнечные батареи / Ершова Е.В., Овакимян К.Г., Свергун О.А. // Нано - и микросистемная техника. - 2010. - № 12. - С. 45-49.

8. Кашкаров А.П. Ветрогенераторы, солнечные батареи и другие полезные конструкции / А.П. Кашкаров. - М.: Книга по Требованию, 2011. – 144 с.

9. Лапин Ю.Н. Автономные экологические дома. / Лапин Ю.Н - М.: Алгоритм, 2005. – 416 с.

10. Логинов С.С., Иванова А.П. Трансформируемая архитектура / Логинов С.С., Иванова А.П. // Новые идеи нового века: материалы

международной научной конференции. ФАД Tors. - 2015. - Т.2. - С. 127-130.

11. Необычные здания гелиоархитектуры [Электронный ресурс]. – Режим доступа – URL: <http://animalworld.com.ua/news/Neobychnyje-zdanija-gelioarkhitektury> (Дата обращения 11.04.2019)

12. Новиков А.Г. Солнечный дизайн в архитектуре города / Новиков А.Г. // Дизайн - ревью. - 2011. - № 3-4. - С. 95-101.

13. Преимущества и недостатки солнечных батарей [Электронный ресурс]. – Режим доступа – URL: <http://www.solnpanels.com/preimushhestva-i-nedostatki-solnechnyh-batarej> (Дата обращения 15.04.2019)

14. Солнечные батареи: описание различных видов и материалов нового поколения [Электронный ресурс]. – Режим доступа – URL: <http://teplo.guru/eko/solnechnyje-batareinovogo-pokoleniya.html> (Дата обращения 19.04.2019)

15. Солнечные панели (батареи) для дома. [Электронный ресурс]. – Режим доступа – URL: <http://stroychik.ru/raznoe/solnechnye-batarei-dlya-doma> (Дата обращения 22.04.2019)

16. Союз архитектуры и технологии // Красивые дома. - 2010. - № 5. - С. 26-30.

17. Тоноян С.С., Давыдова Е.М., Хмелевский Ю.П. Концепт средового объекта с использованием альтернативных источников питания / Тоноян С.С., Давыдова Е.М., Хмелевский Ю.П. // Gaudeamus Igitur. - 2015. - № 1. - С. 139-142.

18. Федоров О.П. Анализ международных систем экологических сертификаций в строительстве / Федоров О.П. //Актуальные проблемы архитектуры: материалы 68-й Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов, молодых ученых и докторантов СПбГАСУ 15-17 апреля 2015 г.. Ч.1. - СПбГАСУ. – 2015. – С. 181-184.

19. Федоров О.П., Мельникова Е.А., Донцова М.Г. Архитектурные приемы и решения при проектировании экоустойчивой архитектуры / Федоров О.П., Мельникова Е.А., Донцова М.Г. //Актуальные проблемы архитектуры. Материалы 70-й Всероссийской научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. Ч.1. - СПбГАСУ. - 2017. - С. 229-233 [Электронный ресурс]. – Режим доступа – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=34874215> (Дата обращения 29.04.2019)
20. Федоров О.П. Методика прогнозирования тенденций развития экоустойчивой архитектуры на основе анализа международных систем экологической сертификации в архитектуре. «Фундаментальные исследования» / Федоров О.П. // Электронный научный журнал. Ч.1. - 2016. - №11 [Электронный ресурс]. – Режим доступа – URL: <http://fundamental-research.ru/> (Дата обращения 04.05.2019)
21. Федоров О.П. «Экоустойчивая архитектура» как профессиональный термин в архитектурной деятельности / Федоров О.П. //Вестник гражданских инженеров. - 2016. - № 6(59), декабрь. - С. 86-90.

*Оригинальность 94%*