

5. Евтушенко А.И., Карамышева А.А., Колотиенко М.А., Брижанов Е. А. Инновационные разработки в области конструктивных и архитектурных решений светопрозрачных кровель аэропортов из стеклянных материалов // Инженерный вестник Дона. 2019. № 1.
6. Ballio G., Mazzolani F.M. Theory and Design of Steel Structures. London: Taylor & Francis, 1983. 101 с.
7. Drew P. Tensile Architecture. London: Granada Publishing, 1979. 162 с.
8. Boake T. M. Understanding Steel Design: An Architectural Design Manual. Berlin: Walter de Gruyter, 2013. С. 158–169.
9. Barnes M., Dickson M. Widespan Roof Structures. London: Thomas Telford, 2000. С. 37–39.
10. Кирсанов Н.М. Висячие и вантовые конструкции. Москва: Стройиздат, 1981. 37 с.
11. Roca P., Lourenço P. B., Angelo Gaetani A. Historic Construction and Conservation: Materials, Systems and Damage. London: Routledge, 2019. С. 282–290.
12. Addis B., Addis W. Building: 3,000 Years of Design, Engineering, and Construction. New York: Phaidon Press, 2015. С. 505–506.
13. Еремеев П. Г. Особенности проектирования уникальных большепролетных зданий и сооружений // Современное промышленное и гражданское строительство. 2006. № 1. С. 5–15.
14. Бурлаков И. Р., Неминуцкий Г. П. Спортивные сооружения и комплексы. Учебное пособие. Ростов-на-Дону: 1997 г. С. 28–31.
15. ЦНИИСК им. Кучеренко. Рекомендации по проектированию висячих покрытий. Москва: ЦНИИСК Госстроя СССР, 1973. 10 с.

© А.С. Кудасова, М.А. Колотиенко, А.Д. Тютина

#### Ссылка для цитирования:

А.С. Кудасова, М.А. Колотиенко, А.Д. Тютина. Арочные опорные контуры большепролетных спортивных объектов с висячими покрытиями: конструктивные и архитектурные особенности // Инженерно-строительный вестник Прикаспия : научно-технический журнал / Астраханский государственный архитектурно-строительный университет. Астрахань : ГАОУ АО ВО «АГАСУ», 2020. № 4 (34). С. 43–47.

УДК 621.311.243

## СОЛНЕЧНАЯ ЭНЕРГЕТИКА В ЛОКАЛЬНЫХ СИСТЕМАХ ЭНЕРГОСНАБЖЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЕ ПОТРЕБНОСТИ В ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ АККУМУЛЯТОРАХ

*Р.И. Шаяхмедов, Е.Е. Купчиков*

*Астраханский государственный архитектурно-строительный университет, г. Астрахань, Россия*

**Цель.** Сокращение количества аккумуляторов электроэнергии, необходимых при снабжении домохозяйства электрической энергией от солнечных батарей. Методами исследования являются методы инновационного консалтинга. Проанализированы все потребители электроэнергии в домашнем хозяйстве с точки зрения возможности использования при их эксплуатации аккумуляторов энергии, более дешевых и долговечных, чем электрические.

**Выводы.** 1. Бытовые потребители электрической энергии можно разбить на три группы:

- хорошо совместимые с солнечными батареями, для которых электрические аккумуляторы могут быть заменены более дешевыми и более долговечными устройствами;
- частично совместимые, для которых электрические аккумулятора могут быть лишь частично заменены более дешевыми и более долговечными устройствами
- плохо совместимые с солнечными батареями, для которых не существуют пока долговечные и дешевые устройства, заменяющие электрические аккумуляторы.

2. При оснащении первой группы необходимыми приспособлениями общая потребность в аккумуляторах может быть сокращена более чем наполовину.

3. При оснащении второй группы необходимыми приспособлениями общая потребность в аккумуляторах может быть сокращена еще на 10 %.

4. Третья группа занимает в общем потреблении энергии только пятую часть, и эта часть может быть качественно сокращена при промышленном производстве необходимых приспособлений.

**Ключевые слова:** солнечные батареи, электрические аккумуляторы, холодакумуляторы, теплоаккумуляторы, приемы инновационного консалтинга.

## SOLAR ENERGY IN LOCAL SYSTEMS ENERGY SUPPLY AND DEMAND REDUCTION IN ELECTRIC BATTERIES

*R.I. Shajahmedov, E.E. Kupchikov*

*Astrakhan State University of architecture and civil engineering, Astrakhan, Russia*

**Goal.** Reducing the number of electricity accumulators needed to supply the household with electricity from solar panels. Research methods are methods of innovative consulting. All consumers of electricity in the household are analyzed from the point of view of the possibility of using energy accumulators that are cheaper and more durable than electric ones during their operation.

**Conclusions:** 1. Household consumers of electric energy can be divided into three groups:

- well compatible with solar panels, for which electric batteries can be replaced with cheaper and more durable devices;
- partially compatible, for which electric batteries can only be partially replaced by cheaper and more durable devices;
- poorly compatible with solar panels, for which there are no long-lasting and cheap devices that replace electric batteries.

2. When the first group is equipped with the necessary devices, the total need for batteries can be reduced by more than half.

3. When the second group is equipped with the necessary devices, the total need for batteries can be reduced by another 10%.

4. The Third group occupies only a fifth of the total energy consumption, and this part can be qualitatively reduced in the industrial production of the necessary devices.

**Keywords:** solar panels, electric accumulators, cold accumulators, heat accumulators, innovative consulting techniques

**Введение.** Самым существенным недостатком солнечных батарей (далее СБ) является то, что они дают электроэнергию (далее ЭЭ) не тогда, когда она нужна потребителю, а тогда, когда светит солнце. Особенно это сказывается в локальных системах энергоснабжения, где СБ, являются основным источником ЭЭ, например, в домашнем хозяйстве. Традиционный выход из этого положения – аккумулярование выработанной СБ ЭЭ в электрических аккумуляторах (далее ЭА). Хорошие ЭА стоят достаточно дорого: до трех тысяч долларов для установки СБ мощностью 6 квт [1]. При этом проектный срок их службы составляет около 10 лет [2]. Однако на практике он сокращается до 5 лет, поскольку большие перерывы в работе СБ приводят к глубокой разрядке ЭА, сокращающей срок их службы (вследствие неполной обратимости электрохимических реакций), которую можно избежать, лишь увеличив количество ЭА.

**Постановка задачи.** Каждая единица бытовой техники, потребляющая ЭЭ преобразует ее, в конечном итоге, в другой вид энергии. Некоторые из них, например, механическую энергию, запастись еще труднее чем ЭЭ, а некоторые, например, тепловую, – легче.

Покажем, используя приемы инновационного консалтинга (далее ИК) [3–7], для каких потребителей ЭЭ в домашнем хозяйстве, эффективнее использовать неэлектрические способы аккумулярования энергии.

**Методы исследования.** При решении поставленной задачи использовались следующие

приемы ИК: «местного качества», «замены электрической схемы», «идеального конечного результата», «асимметрии», «фазового перехода». «замены непрерывного воздействия на прерывное», «посредник», «наоборот», «трансформер».

**Обсуждение результатов.** Вначале используем метод ИК «местное качество». Попробуем найти в домашнем хозяйстве потребителей, которые:

- могут работать более или менее синхронно с СБ;
- потребляют значительное количество ЭЭ (табл. 1).

Первое место в этом «конкурсе» занял кондиционер, который может интенсивно работать на охлаждение именно в те часы, когда светит солнце, нагревающее здания. Зимой этот кондиционер может работать, используя энергию СБ, на обогрев.

В индивидуальном домохозяйстве такой кондиционер будет включаться автоматически, когда мощности СБ будет достаточно для его работы.

Недостатки:

1) схема не учитывает явления тепловой инерции, когда дом (квартира) нагретый солнцем за день, требует ночной работы кондиционера;

2) схема не учитывает, что дом (квартира) нагревается не только солнцем, но и теплыми ветрами.

Таблица 1

Потребление электроэнергии в домашнем хозяйстве (загородный с двумя жильцами) и печным отоплением

№ пп	Наименование бытового прибора	Мощность, Квт	Число часов работы в год	Потребляемая энергия
1	Кондиционер/обогреватель	2,0	140	480
2	Холодильник	0,5	720,0	360
3	Электрическая плита	2,0	180	360
4	Освещение (7 энергосберегающих ламп)	0,14	1460	302,4
5	Стиральная машина	1,2	200	240
6	Утюг	1,0	240	240
7	Компьютер	0,065	1460	94,9
8	Водонагреватель (накопительный)	2,0	45	90
9	Электрический чайник	1,0	90	90
10	Пылесос	1,8	50	90
11	Фен	1,0	25	25
12	Телевизор	0,02	365	7,3
	Всего		–	2379,6

Все это приводит к тому, что потребность в аккумуляровании энергии для этого агрегата все-таки существует. Используя метод ИК «замены электрической схемы», приходим к выводу что это должен быть аккумулятор холода (далее ХА). Прием ИК «идеального конечного результата» позволяет нам найти такой аккумулятор среди существующих элементов домашнего хозяйства. Это спальная комната, использу-

емая ночью, когда СБ и кондиционер не работают. При такой схеме, кондиционер, располагающийся в спальном комнате, охлаждает ее в первую очередь, создавая запас холода на ночь. Здесь используется прием ИК под названием «асимметрия».

Второе место, несомненно у холодильника, который работает время от времени. Если снабдить холодильник ХА, способным поддерживать

температуру в течении ночи, когда СБ не работают, то этот бытовой прибор «впишется» в солнечную энергетiku. Работать он будет при наличии ЭЭ, поступающей от СБ, а отключаться, когда необходимый запас холода будет сформирован в ХА. В качестве ХА может использоваться пластмассовый герметичный сосуд с раствором солей замерзающим при температуре минус 15 °С (рис. 1).



Рис. 1. Холодоаккумуляторы

Стоимость одного ХА в зависимости от объема составляет от 115 до 425 рублей (стоимость одного ЭА на 26 амперчасов с напряжением 12 вольт – 3392 рубля). Срок службы ХА неограничен. Практически это пластмассовый сосуд с соленой водой, который может быть изготовлен самостоятельно. ХА в настоящее время используются в холодильниках для стабилизации температуры в холодильной камере. Здесь используется такой прием ИК как «фазовый переход».

Недостаток: ХА уменьшает емкость морозильной камеры холодильника.

Третье место занимает стиральная машина. Современные стиральные машины снабжены энергонезависимым устройством памяти (рис. 2) и могут после прерывания энергоснабжения и его возобновления продолжать стирку с момента прерывания. Здесь используется прием ИК «замена непрерывного воздействия на прерывное».

Недостатки:

1) вода в стиральной машине может остыть во время длительного перерыва и ее нужно снова греть. Отсюда – повышенный расход ЭЭ;

2) при работе с СБ стиральная машина будет включаться и при отсутствии жильцов в доме (квартире), что, учитывая мощность этого агрегата (нагревательный прибор и высокоскоростная центрифуга) создает определенные риски.

Первый недостаток может быть устранен с помощью теплоизоляции стиральной машины. Такая изоляция может обойтись бесплатно, если для нее использовать упаковочный пенопласт (см. рис. 3)

На четвертом месте водонагреватель накопительный, как и холодильник, работающий время от времени. Если бак водонагревателя сделать повышенной емкости, то он превра-

титься в теплоаккумулятор (далее ТА), способный запасать солнечную ЭЭ, преобразованную в тепло.

Достоинство: может работать непосредственно от постоянного тока, вырабатываемого СБ.

Недостаток: за увеличенный размер бака придется заплатить.

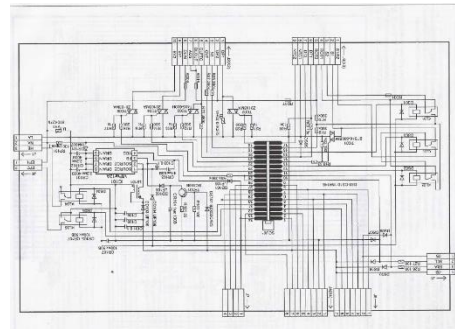


Рис. 2. Энергонезависимая память стиральной машины



Рис. 3. Теплоизоляция стиральной машины

Последний недостаток может быть устранен или ослаблен с использованием многослойной термоизоляции. То есть, теплоизоляционный слой можно увеличить самостоятельно. Например, обернуть корпус несколькими слоями фольгированного вспененного полиэтилена (пенофолом) (рис. 4.) или поролоном. Здесь используется такой прием ИК как «посредник».



Рис. 4. Дополнительная термоизоляция накопительного водонагревателя



Цена пенофола толщиной 10 мм (один слой) от 30 рублей за квадратный метр, поролон – 100. Дополнительная термоизоляция позволит сохранить тепло в течении всей ночи.

Работа утюга, электрической плиты и электрочайника с СБ возможна только при наличии ТА фазового перехода, в котором, например, при наличии в локальной сети солнечной ЭЭ, плавится вещество с температурой плавления несколько сот градусов, а при отсутствии ЭЭ это вещество застывает, нагревая путем теплопередачи утюг, чайник и плиту. Здесь используется прием ИК с аналогичным названием («фазовый переход»).

Достоинство: ТА может работать непосредственно от постоянного тока, вырабатываемого СБ.

Недостатки:

1) электроплиты и подставки для утюга с ТА фазового перехода серийно не изготавливаются промышленностью;

2) при работе с СБ ТА будет включаться при отсутствии жильцов в доме (квартире), что, учитывая характер агрегата, создает повышенные риски.

Здесь, используя прием ИК «наоборот», можно только предложить дополнить плиту термоконтейнером (далее ТК), сохраняющим высокую температуру приготовленных блюд в течении долгого времени. Стоят такие ТК от 6000 рублей – дороже ЭА. Однако, их можно изготовить самостоятельно из пенопласта, фольги и обреза пластмассовой трубы большого диаметра (рис. 5).



[www.kak-voimi-rukami.com](http://www.kak-voimi-rukami.com)



Рис. 5. Термоконтейнер

Можно также использовать мармит с электроподогревом (рис. 6). Мармит на 10 литров стоит порядка 3700 рублей. Но срок службы его – 5 лет такой же как у ЭА.



Рис. 6. Мармит электрический на 10 литров

Чайник можно заменить чайником-термосом повышенного объема (от 2 литров). Однако стоят такие чайники от 5000 рублей, что дороже ЭА, да и служат они гораздо меньше. Поэтому, придется использовать простой чайник, помещаемый в ТК

Осветительные приборы меньше всего подходят для работы с СБ, поскольку нужда в них возникает при ослаблении или отсутствии естественного излучения. Тем не менее, если сочетать лампы с отражающими пластинами и пластинами из люминофора, то свет накопленный люминофорами днем, будет отдаваться [8] ими в период отсутствия или ослабления естественного излучения в течении 8 часов (рис. 8, 9).

Днем, когда достаточно естественного излучения, свет от ламп, питаемых солнечной энергией отражается от зеркальной поверхности отражающей панели и заряжает люминофор. В темное время створки отражающая панели раскрываются и свет от люминофора излучается напрямую в помещение. С этой целью светильник делается настенным в виде окна с зеркальными изнутри створками (рис. 8).

Если в темное время суток, в какой-либо комнате свет не нужен, створки зеркального шкафа закрываются, что продлевает время свечения люминофора. Здесь использован прием ИК под названием «трансформер».

В последнее время появились дешевые люминофоры [9] на основе соединений алюмината стронция. Стоимость его от 180 долларов за килограмм. На покрытие одного метра пойдет до 50 грамм люминофора, или 9 долларов (630 рублей). Для 6 помещений – это 3600 рублей (что

вполне сопоставимо со стоимостью одного аккумулятора. Но служит такой люминофор без ограничения срока.

Подведем итоги нашего анализа (табл. 2).

По первой группе потребителей (хорошо совместимых с СБ) потребление ЭЭ составляет 61 % от общего. Следовательно, общая потребность в ЭА может быть сокращена в такой же степени.



Рис. 8. Настенный светильник с лампой, зеркальными изнутри створками и листовым люминофором

Для производства 2379,6 квт часов ЭЭ (всего по табл. 2) потребуются СБ общей мощностью 3 квт. Это с учетом ночного времени, пасмурной погоды, сезона года, потерь в батареях, инверторе и коннекторе. Для обслуживания этих СБ потребуются ЭА общей стоимостью 1500 долларов или 105000 рублей. 60 % от этого количества – 63000 рублей [10]. На сопутствующие мероприятия (приобретение ХА, теплоизоляции и

люминофоров) потребуется 5380 рублей (табл. 2). Общий эффект замены составит для одного домохозяйства: 63000 – 5380 = 57620 рублей. При этом вся приобретаемая и самостоятельно изготавливаемая техника имеет неограниченный срок службы.

Таблица №2. Кривая падения яркости послесвечения СГМ тип S при облучении солнечным светом. Температура окружающей среды +20 градусов по Цельсию. X – время, одно деление соответствует одному часу. Y – яркость свечения, выражена в канделах на м кв.

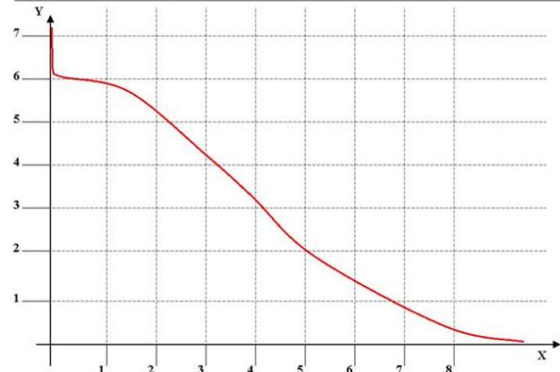


Рис. 9. Кривая падения яркости послесвечения с течением времени

По второй группе (частично совместимые с СБ), возможно использование электрической плиты, питающейся напрямую от СБ (предварительный нагрев и размораживание пищи, подогрев пищи перед укладкой в термосы), что позволит сократить общую потребность в электрических аккумуляторах еще на 10 процентов, без существенных затрат.

Таблица 2

Распределение бытовой техники по степени совместимости с солнечными батареями

№ п/п	Наименование бытового прибора	Потребляемая энергия	Необходимые мероприятия	Стоимость мероприятий, руб.	Срок службы, лет
<b>Потребители хороша совместимые с солнечными батареями</b>					
	Кондиционер/обогреватель		Асимметричное размещение кондиционера		Не ограничен
	Холодильник		Аккумуляторы холода		Не ограничен
	Освещение (7 энергосберегающих ламп)		Люминофоры		Не ограничен
	Стиральная машина		Теплоизоляция	Изготавливается из упаковочного пенопласта	Не ограничен
	Водонагреватель (накопительный)		Теплоизоляция		Не ограничен
	Итого		-		-
<b>Потребители частично совместимые с солнечными батареями</b>					
	Электрическая плита, электрический чайник		Термосы	Изготавливается самостоятельно	Не ограничен
	Итого			-	-
<b>Потребители плохо совместимые с солнечными батареями</b>					
	Утюг		-	-	-
	Компьютер		-	-	-
	Пылесос		-	-	-
	Фен		-	-	-
	Телевизор		-	-	-
	Итого				
	Всего		-	-	-

Третья группа (плохо совместимые с СБ) занимает в общем потреблении ЭЭ только 20 %. Ее доля может быть резко уменьшена при:

- появлении в продаже дешевых ТА фазового перехода, обеспечивающих контактный нагрев свыше 220 °С;
- появлении дешевых механических щеток, сокращающих потребность в пылесосе;
- появлении ноутбуков с ЭА стоимости повышенной емкости и надежности.

#### Выводы

1. Бытовые потребители ЭЭ можно разбить на три группы:
  - хорошо совместимые с СБ, для которых ЭА могут быть заменены более дешевыми и более долговечными устройствами;
  - частично-совместимые, для которых ЭА могут быть лишь частично заменены более дешевыми и более долговечными устройствами;
  - плохо совместимые с СБ, для которых не существуют пока долговечные и дешевые устройства, заменяющие ЭА.

#### Список литературы

1. <https://lesoprodukt12.ru/idei/vo-skolko-obojdetsya-ustanovka-solnechnyh-batarej.html>
2. <https://homeandworks.ru/kak-vybrat-i-ispolzovat-akkumuljator-dlja-solnechnyh-batarej.html>
3. Иванов Г. И. Формула творчества. – М.: «Просвещение», 1995 г. 220 с.
4. Шаяхмедов Р.И. Инновационный консалтинг в привитии студентам первичных навыков научно-исследовательской деятельности // Материалы XI МНПК «Перспективы социально-экономического развития стран и регионов». Астрахань. 2017. С. 130–138.
5. Шаяхмедов Р.И. Приемы инновационного консалтинга и метод решения противоречий при создании объектов интеллектуальной собственности // Материалы II МНПК «Инновационное развитие регионов : потенциал науки и современного образования». Астрахань. 2019. С. 343–347.
6. Шаяхмедов Р.И. Защита золотого стандарта и приемы инновационного консалтинга // Наука и бизнес. Пути развития. 2019. № 8. С. 124–127
7. Шаяхмедов Р.И. Использование метода «технической эволюции» инновационного консалтинга при изучении свойств строительных материалов // Материалы XIII МНПК «Перспективы социально-экономического развития стран и регионов». Астрахань. 2019. С. 178–181.
8. <https://фотолуминофор.рф/fotoluminofory/3-yarkost-i-dlitel'nost-svecheniya-fotoluminoforov-mify-i-realno>
9. [http://melnicabiz.ru/ideas\\_new2/615\\_business\\_poverhnosti-lyuminofora.html](http://melnicabiz.ru/ideas_new2/615_business_poverhnosti-lyuminofora.html)
10. <https://contur-sb.com/raschet-moschnosti-solnechnyh-batarey-dlya-doma/>

© Р.И. Шаяхмедов, Е.Е. Купчиков

#### Ссылка для цитирования:

Р.И. Шаяхмедов, Е.Е. Купчиков. Солнечная энергетика в локальных системах энергоснабжения и сокращение потребности в электрических аккумуляторах // Инженерно-строительный вестник Прикаспия : научно-технический журнал / Астраханский государственный архитектурно-строительный университет. Астрахань : ГАОУ АО ВО «АГАСУ», 2020. № 4 (34). С. 47–52.

УДК 666.3.

## ВЛИЯНИЕ НЕПЛАСТИЧНОГО СЫРЬЯ СИБИРСКИХ ПРИРОДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ НА ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ОБЛИЦОВОЧНОЙ КЕРАМИКИ

**В.К. Меньшикова, Л.Н. Демина**

*Сибирский федеральный университет, г. Красноярск, Россия*

В силу отсутствия достаточного количества местных качественных глин и малой эффективности перевозки сырьевых материалов из других регионов, актуален поиск и исследование природных сырьевых материалов и техногенных отходов в качестве компонентов сырьевой шихты для получения керамических строительных изделий.

В статье показана возможность получения облицовочной керамики для отделки помещений, обладающей определенным набором характеристик, позволяющим расширить эксплуатационные параметры строительных изделий из непластичных сырьевых материалов различных природных месторождений Сибирского региона. В данной работе в качестве сырьевых материалов приняты местные породы с основным компонентом диопсидовым концентратом Бурутуйского и Саянского месторождений. Исследованы сравнительные характеристики образцов керамики после обжига, влияющие на физико-механические свойства и определяющие назначение получаемых строительных изделий – усадка, прочность, водопоглощение. Показана перспективность использования сырьевых компонентов для разработки составов керамических масс и получения материалов высокой прочности, с низкими водопоглощением и усадкой, в частности керамических облицовочных плит и изготовления крупногабаритных изделий.

**Ключевые слова:** непластичное сырьё, диопсид, прочность, водопоглощение, усадка, строительная облицовочная керамика.