

# Система энергоснабжения многоквартирного жилого здания на основе фотоэлектрических панелей: вопросы проектирования и эксплуатации

Дюсьмикеев Андрей  
*эксперт проекта ПРООН/ГЭФ*  
*директор по развитию УП Медиум*

# Солнечная энергия в городской среде?



***Энергоэффективность –  
это понятие одного уровня  
с инновациями и нанотехнологиями.***

«Экономия энергии - это эффективное использование энергоресурсов за счет применения инновационных решений, которые осуществимы технически, обоснованы экономически, приемлемы с экологической и социальной точек зрения, не изменяют привычного образа жизни»

Определение Международной энергетической конференции (МИРЭК) ООН.

Система электроснабжения здания с использованием солнечных модулей предназначена для установки в строящемся 10-ти этажном 120-и квартирном энергоэффективном жилом доме в г.Гродно в рамках проекта ПРООН/ГЭФ *«Повышение энергетической эффективности жилых зданий в Республике Беларусь»*

### **Состав:**

- Солнечная электростанция на фасаде – 196 модулей
- Солнечная электростанция на кровле – 100 модулей
- Система инверторов
- Конструкции для крепления солнечных модулей
- Кабели и провода
- Система учета и контроля

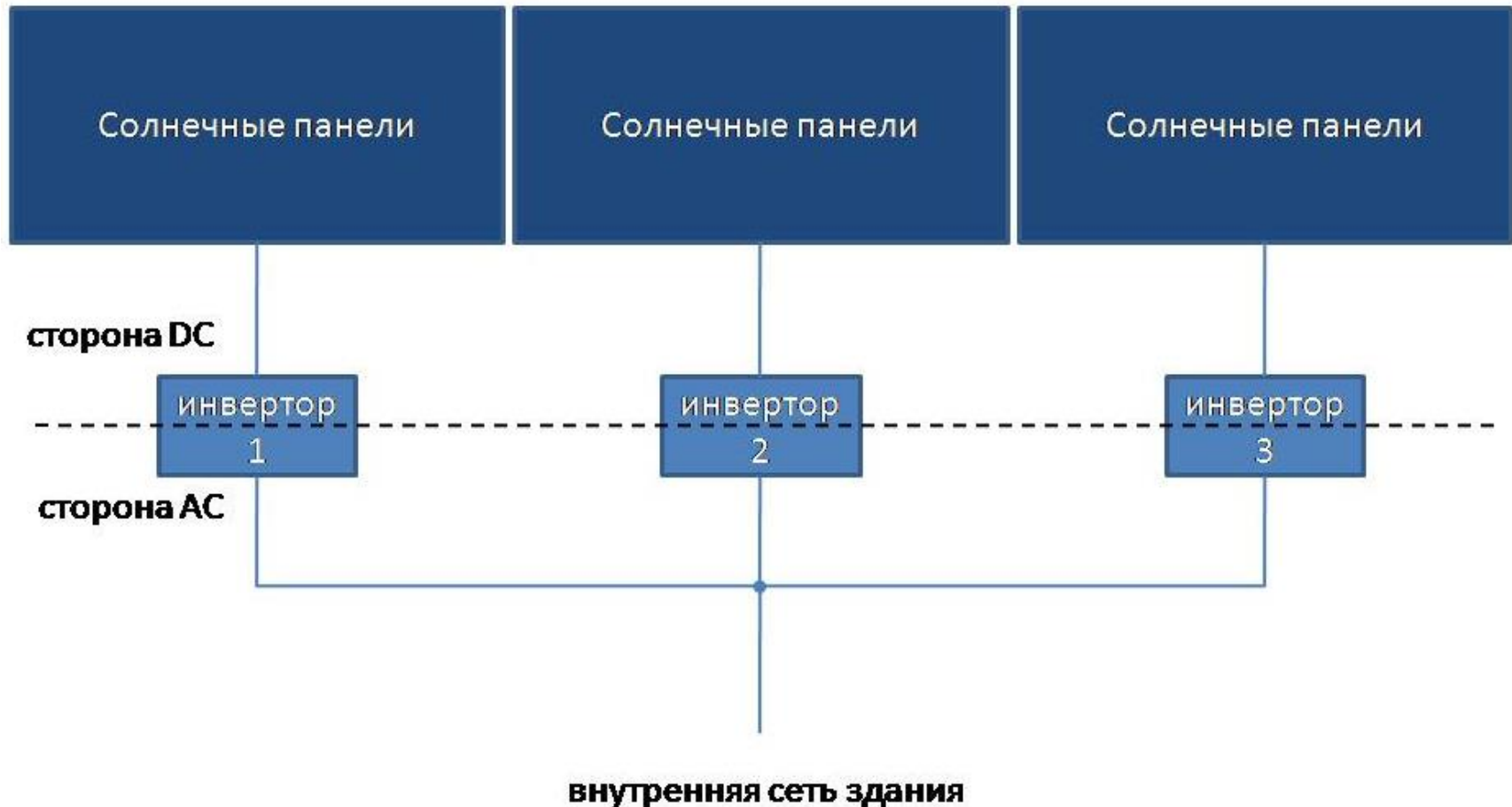
# Система электроснабжения здания с использованием солнечных модулей в энергоэффективном жилом доме, г.Гродно





<i>здание</i>	<i>энергоэффективный жилой дом в г. Гродно по ул. Дзержинского</i>
<i>этажность</i>	<i>10 этажей</i>
<i>кол-во квартир</i>	<i>120</i>
<i>ориентация здания</i>	<i>ось север-юг</i>
<i>тип кровли</i>	<i>плоская, с лифтовыми шахтами</i>
<i>расположение солнечных модулей</i>	<i>а) плоская кровля б) южный глухой торец здания</i>
<i>тип солнечной станции</i>	<i>сетевая (прямая генерация в электросеть здания)</i>
<i>основные потребители электроэнергии</i>	<i>а) тепловые насосы б) рекуперативная вентиляция в) квартиры</i>

# Структурная схема солнечной станции



# Факторы, влияющие на выработку электроэнергии солнечной станцией

1) факторы, связанные с солнечными модулями:

- ориентация по сторонам света;
- угол наклона солнечных модулей по отношению к горизонту;
- выбор места установки солнечных модулей исходя из возможных затенений от объектов при движении солнца с востока на запад, взаимного затенения солнечных панелей (особенно актуально при зимнем низком солнце);
- температурный режим места установки солнечных модулей.



# Факторы, влияющие на выработку электроэнергии солнечной станцией

**2) Потери в кабельных соединениях в сети постоянного тока (соединяющие солнечные панели и инвертор):**

- длина соединительного кабеля;
- площадь сечения.

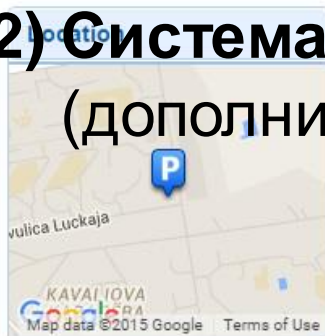
# Факторы, влияющие на выработку электроэнергии солнечной станцией

- 3)** на режим работы и КПД инвертора важны:
- температурный режим работы инвертора (место установки);
  - график загруженности инвертора;
  - входное напряжение;
  - максимальный паспортный КПД инвертора.

# Организация учета и контроля

1) АСКУЭ, включая *счетчик активной и реактивной электрической энергии*

2) Система дистанционного мониторинга  
(дополнительно) – web-приложение



Site Profile	
System Size:	10.140 kW
Installer:	Solareng.by
Peak Power:	13.18 kW
Efficiency:	3.02 kWh/kW/day
Commission Date:	May.27.2014
Last Update Time:	Oct.14 13:53, GMT +3, 2015



# Специализированные программные средства расчета

Для автоматизации расчета конфигурации и производительности солнечной станции используются специальные программные средства.

Например:

PVsyst - [www.pvsyst.com/](http://www.pvsyst.com/)

SolarGIS - [solargis.info/](http://solargis.info/)

PV\*SOL - <http://www.valentin-software.com/>

PolySun- <http://www.polysunonline.com/>

BLUESOL - <http://www.bluesolpv.com/>

## Значения годовой выработки электроэнергии солнечными станциями.

место установки	номинальная мощность	суммарная годовая выработка
кровля	25 кВт	26 346 кВт ч
фасад	49 кВт	35 220 кВт ч

Эффективность солнечной станции на кровле на 30% выше, чем станции на фасаде здания.

Угол установки солнечных модулей на фасаде – **90°** к горизонту

Оптимальным круглогодичным углом наклона солнечных панелей на горизонтальной плоскости является интервал угловых значений **30-35°**

## Оценка окупаемости проекта (методом снизу – от стоимости)

В расчете на 1Вт установленной мощности (в USD/\$) в  
розничных ценах:

- Стоимость солнечных модулей - 1,1
- Конструкция для крепления - 0,3
- Стоимость инверторного оборудования - 0,17-0,25
- Бюджет монтажных работ - 0,4
- Прочие расходы и доп.оборудование - 0,05

**Итоговая стоимость – 2,0 \$/Вт**

**Бюджет нашей станции планируется до 150 тыс.\$**

# Оценка окупаемости проекта

Выработка солнечной станции с учетом деградации солнечных модулей 0,8-1%/год

Срок	Кровля	Стена
1	26 135	34 950
10	24 122	32 413
25	20 976	28 185
За 25 лет	596 480	789 174
<b>Всего, кВт ч:</b>	<b>1 385 564</b>	

Тариф на электроэнергию 0,13 \$/кВт ч (до 750 кВА),  
С учетом повышающего коэффициента - 0,31 \$/кВт ч  
Суммарная выручка солнечной станции за 25 лет  
(срок эксплуатации солнечных модулей) - около **430 тыс.\$**

# Оценка окупаемости проекта

Бюджет строительства станции составит **150 тыс.\$**

Суммарная выручка за 25 лет - около **430 тыс.\$**

Срок окупаемости – 7 лет

При оптовых ценах на оборудование (проведение тендера закупок) затраты снизятся на 10-12%

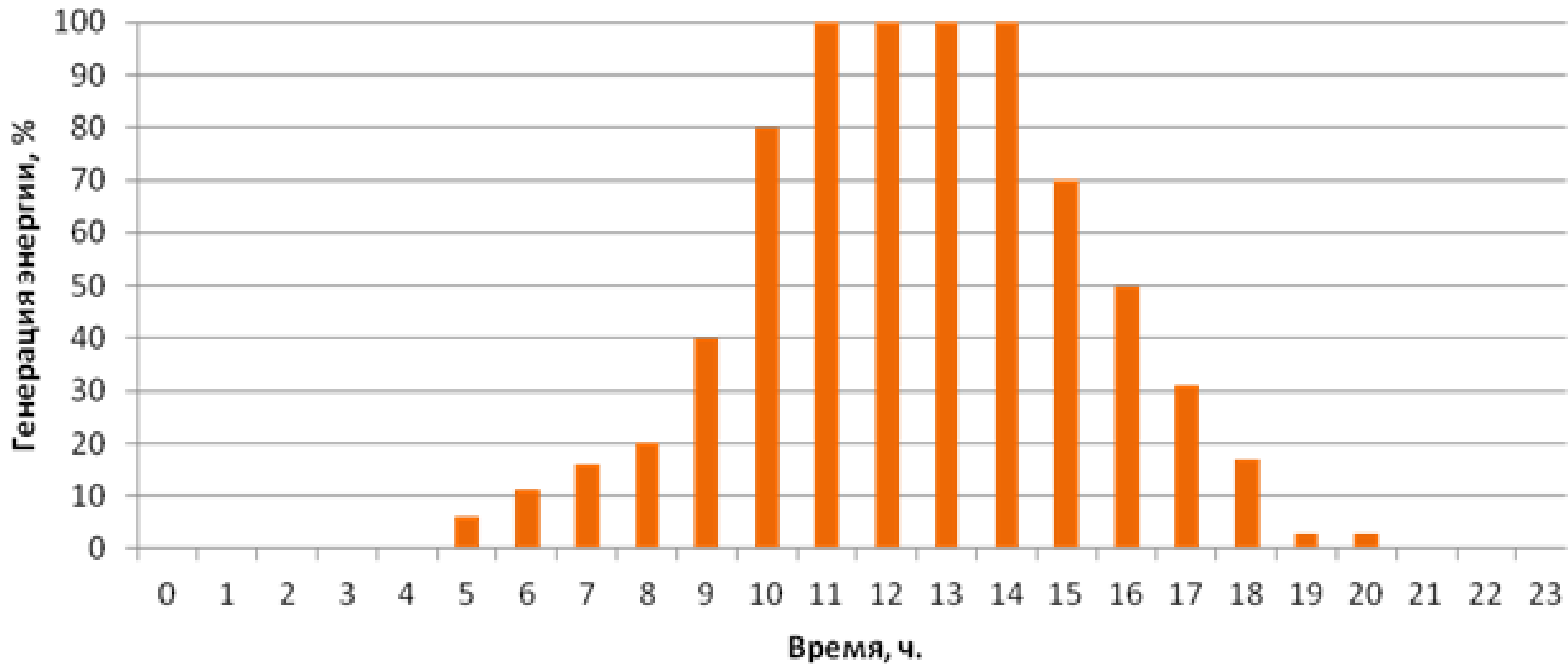
При выборе китайского поставщика оборудования снижение цены на строительство еще на 10-15%

Срок окупаемости солнечной станции - **5-6 лет.**



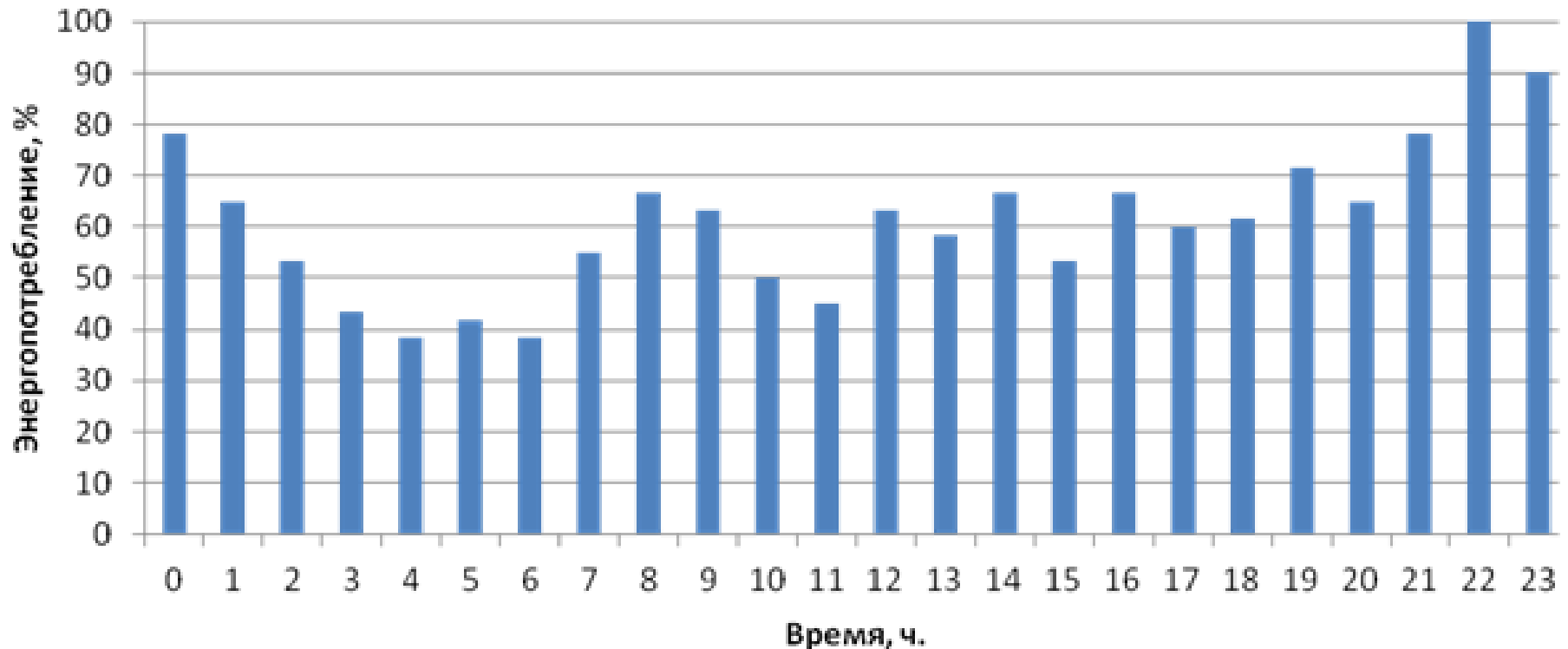
# Оценка окупаемости проекта (методом сверху – от потребления)

*Суточный график солнечной генерации*

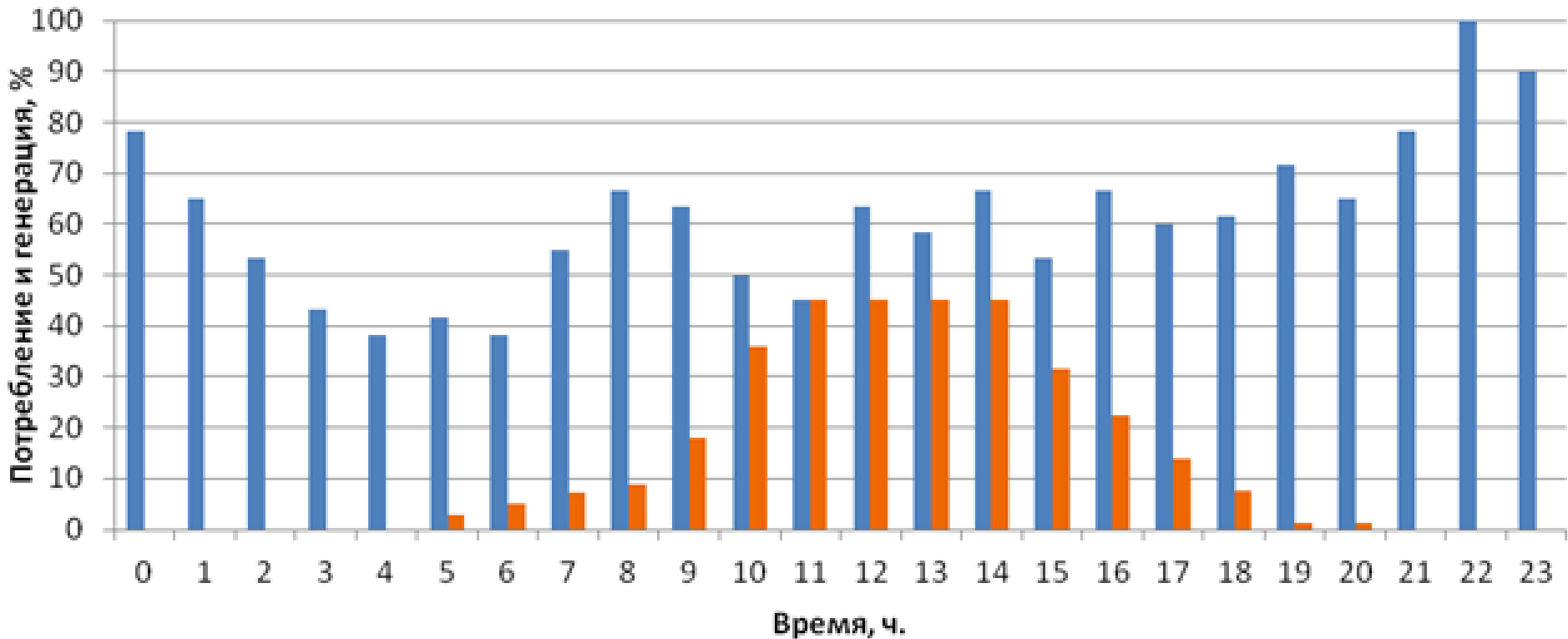


# Оценка окупаемости проекта

*Суточный график среднего энергопотребления жилого многоквартирного дома*



## Потребление и генерация



Без коммерческого оформления станции (и повышающего коэффициента) потенциал энергосбережения около 25% общего потребления. Окупаемость близка жизненному циклу оборудования – 25 лет.

# Выводы

Использование солнечной энергетики в целях энергосбережения в сложившихся условиях современного города вполне возможно.

Приблизительная окупаемость внедряемых солнечных панелей для экспериментального энергосберегающего многоквартирного дома в г. Гродно с учетом возможностей «зеленого тарифа» составляет 5-6 лет.

Внедрение солнечных панелей на нужды энергосберегающего дома – это большой эксперимент по возможности интеграции в рамках жилых домов различных источников энергии и их совместного использования для уменьшения потребления от сети.



Дюсьмикеев Андрей Борисович,  
*эксперт проекта ПРООН/ГЭФ*  
*директор по развитию УП Медиум*  
*тел: +375(29)770-33-34*  
[dusmikeev@solarenrg.by](mailto:dusmikeev@solarenrg.by)  
[dusmikeev@amedium.com](mailto:dusmikeev@amedium.com)