

**Технология и применение  
солнечных модулей с  
заполнителем из силиконового геля в  
Арктике и Сибири**

**Стребков Д.С., академик РАН  
Кирсанов А.И., директор “Инноватикс-СК”**

## Введение

Сейчас большинство (более 99%) солнечных модулей ламинируются пленкой этиленвинилацетата (EVA) с низкой температурой устойчивостью **-30 (-40)** +80°C и низкой химической инертностью.

Российские ученые из ВИЭСХ разработали промышленную технологию герметизации солнечных модулей силиконовым гелем, которая подходит для высоких  $+115^{\circ}\text{C}$  и низких  **$-60^{\circ}\text{C}$**  температур .

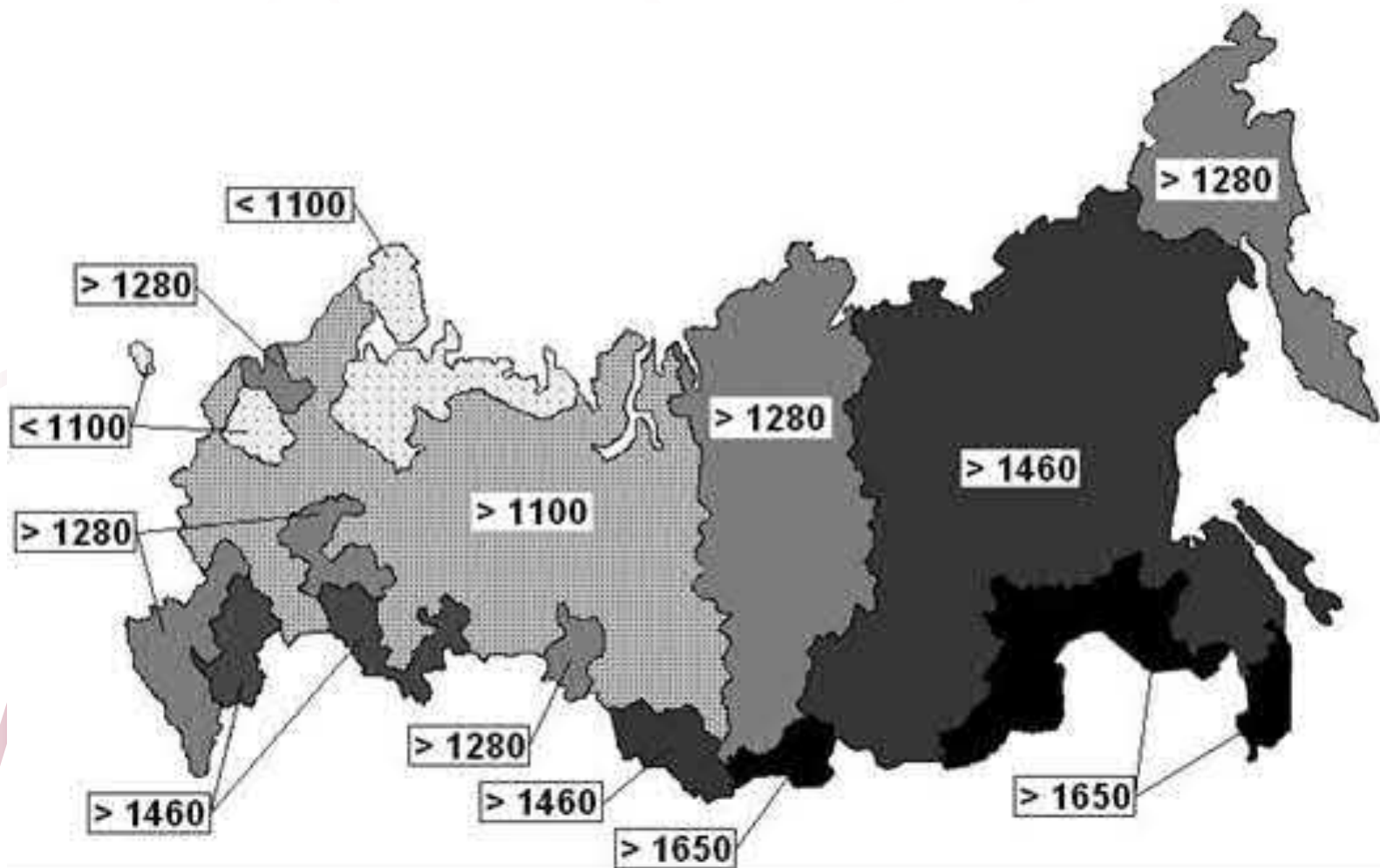
# Сравнительная таблица :EVA и герметика с силиконовым гелем

	<b>Модуль с заполнителем EVA</b>	<b>Модуль с наполнителем из геля</b>
<b>Срок службы модуля</b>	<b>20-25 лет</b>	<b>40-50 лет</b>
<b>Температурный диапазон эксплуатации</b>	<b>-40<sup>0</sup>C - +85<sup>0</sup>C</b>	<b>-60<sup>0</sup>C - +110<sup>0</sup>C</b>
<b>Рабочая температура окружающей среды.</b>	<b>-40<sup>0</sup>C - +50<sup>0</sup>C</b>	<b>-60<sup>0</sup>C - +60<sup>0</sup>C</b>
<b>деградация</b>	<b>20% - 25% за 25 лет</b>	<b>5% за 25 лет</b>
<b>противопожарный</b>	<b>нет</b>	<b>да</b>

В эксперименте были разорваны суммарно 17 солнечных ячеек в 5 EVA ламинированных модулях после 4200 циклов изгибов, соответствующих примерно 2 лет работы в арктических условиях.

После циклической нагрузки при температуре  $-60^{\circ}\text{C}$ . в ламинированных силиконом модулях разрушений не произошло. Все солнечные ячейки остались целыми.





Карта распределения по территории Российской Федерации суммарной солнечной радиации, кВтч/м<sup>2</sup> год (по данным НАСА)

## **При низких температурах эффективность солнечных модулей значительно выше.**

**Пример:** при температуре панелей  $+25\text{ }^{\circ}\text{C}$  солнечные модули имеют выходную мощность 100 Вт, но при  $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$  (Сибирь) дает выходную мощность 130 Вт. Так что при низкой температуре выходная мощность солнечных модулей увеличилась на 30%, но если температура солнечных модулей  $+80\text{ }^{\circ}\text{C}$  (Испания), выходная мощность снижается до 75 Вт.

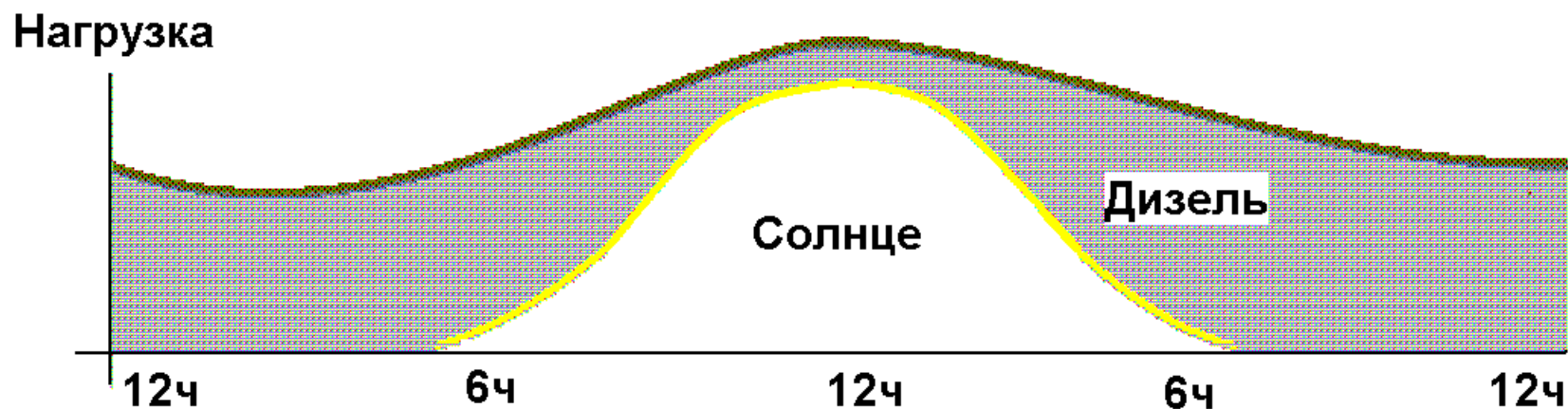
При этом предлагаются равные интенсивности солнечной радиации  $1000\text{ Вт/м}^2$  в обоих случаях





высокий угол наклона - не накопление снега

# Новые дизель/солнечные гибридные системы



Цена на электроэнергию в Сибири 36 руб / кВтч  
(0,56 USD / кВт-ч)

Годовой объем производства энергии  
фотоэлектрических панелей в Сибири 1200 кВтч /  
кВт

Цены на автономные солнечные электростанции  
(5 кВт) 2000 USD / кВт

**Срок окупаемости:**  $\frac{2000}{0,56 \times 1200} = 2,9$  года

## **ВЫВОДЫ**

**Солнечные модули ламинированные в гель могут работать в Сибири при температуре до -  $-60^{\circ}\text{C}$**

**При низких температурах эффективность солнечных модулей значительно выше.**

**Объединенные солнечные/дизельные системы более экономически эффективным, именно в Сибири и Арктике**

**Использование солнечных модулей может сэкономить 30-40% от дизельного топлива**