

Государственное научное учреждение

Всероссийский научно-исследовательский институт электрификации сельского хозяйства Российской академии сельскохозяйственных наук  
(ГНУ ВИЭСХ РАСХН)

# **СОЛНЕЧНЫЕ МОДУЛИ С ЭЛЕМЕНТАМИ 3-го ПОКОЛЕНИЯ**

Академик РАСХН Стребков Д.С.

директор ВИЭСХ, д.т.н., профессор,  
председатель Российской секции  
Международного общества по Солнечной энергии

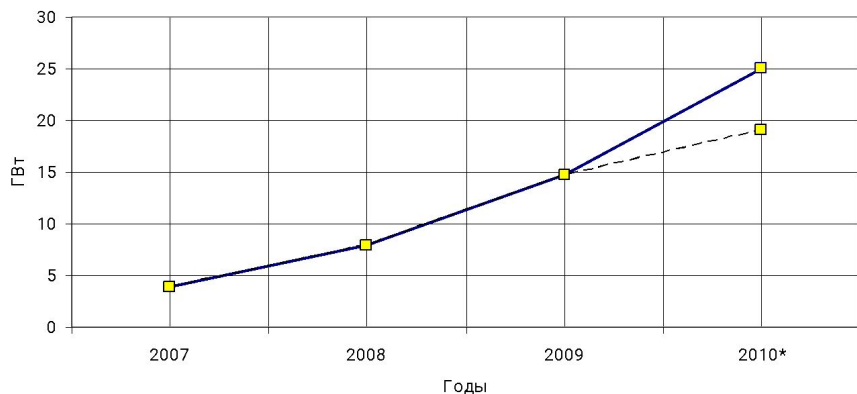
-----  
Москва, ОАО «Мосэнергосбыт», 2009 г.

# ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ ЭЛЕКТРИФИКАЦИИ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА (ГНУ ВИЭСХ)"

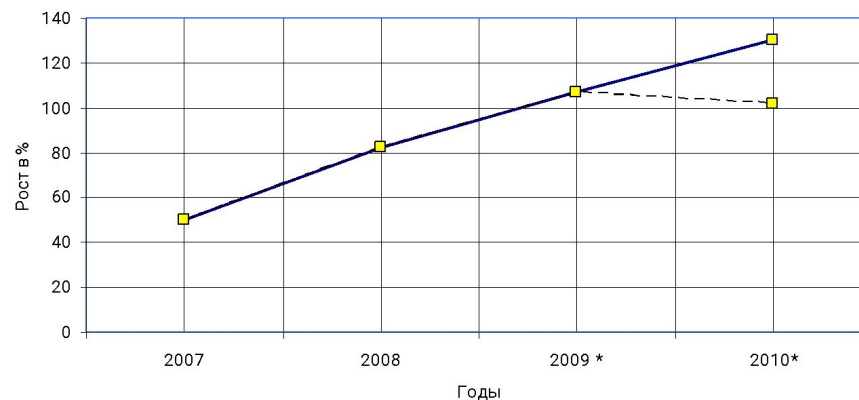
- 109456, Москва, 1-й Вешняковский проезд, д.2
- Институт создан в марте 1930 г. как научно-производственный Центр по энергообеспечению, электрификации и автоматизации сельского хозяйства, возобновляемым и нетрадиционным источникам энергии.
- **В СИСТЕМУ ВИЭСХ ВХОДЯТ:**
  - ГУП Центральное опытное проектно-конструкторское бюро (ЦОПКБ ВИЭСХ);
  - ГУП "Опытный механический завод "Александровский";
  - Научно-технический центр по энергосбережению в сельском хозяйстве (НТЦ ВИЭСХ "Энергосбережение";
  - Международная кафедра ЮНЕСКО "Возобновляемая энергетика и сельская электрификация";
  - Экспериментально-технологические участки:
    - производства солнечных фотоэлектрических элементов и модулей
    - автоматизации процессов с/х производств и др.

# Мировой солнечный энергетический рынок

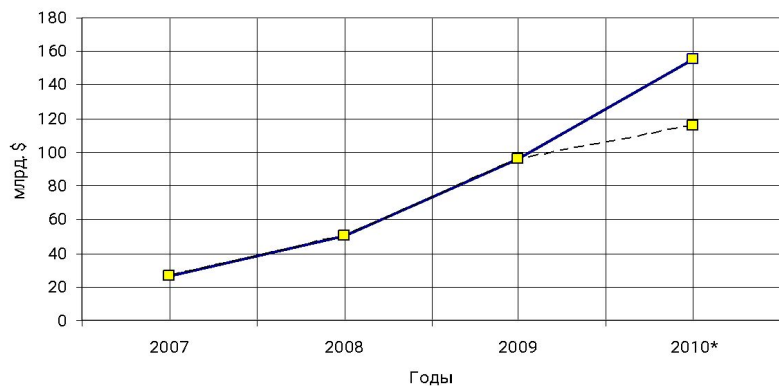
Общая мощность произведенных в мире СЭ, ГВт



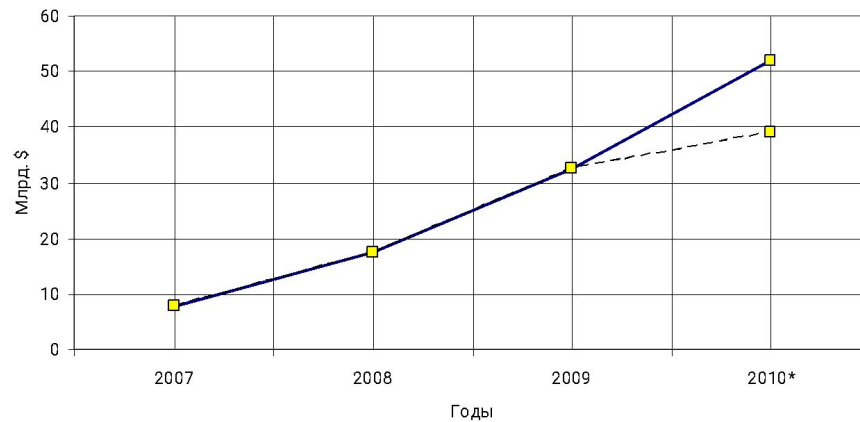
Рост мирового производства СЭ, %



Годовой объем мировых продаж СЭ, млрд. \$



Прибыль до уплаты налогов, млрд. \$



# О ТЕХНОЛОГИИ

## Солнечные элементы (СЭ) 3-го поколения

---

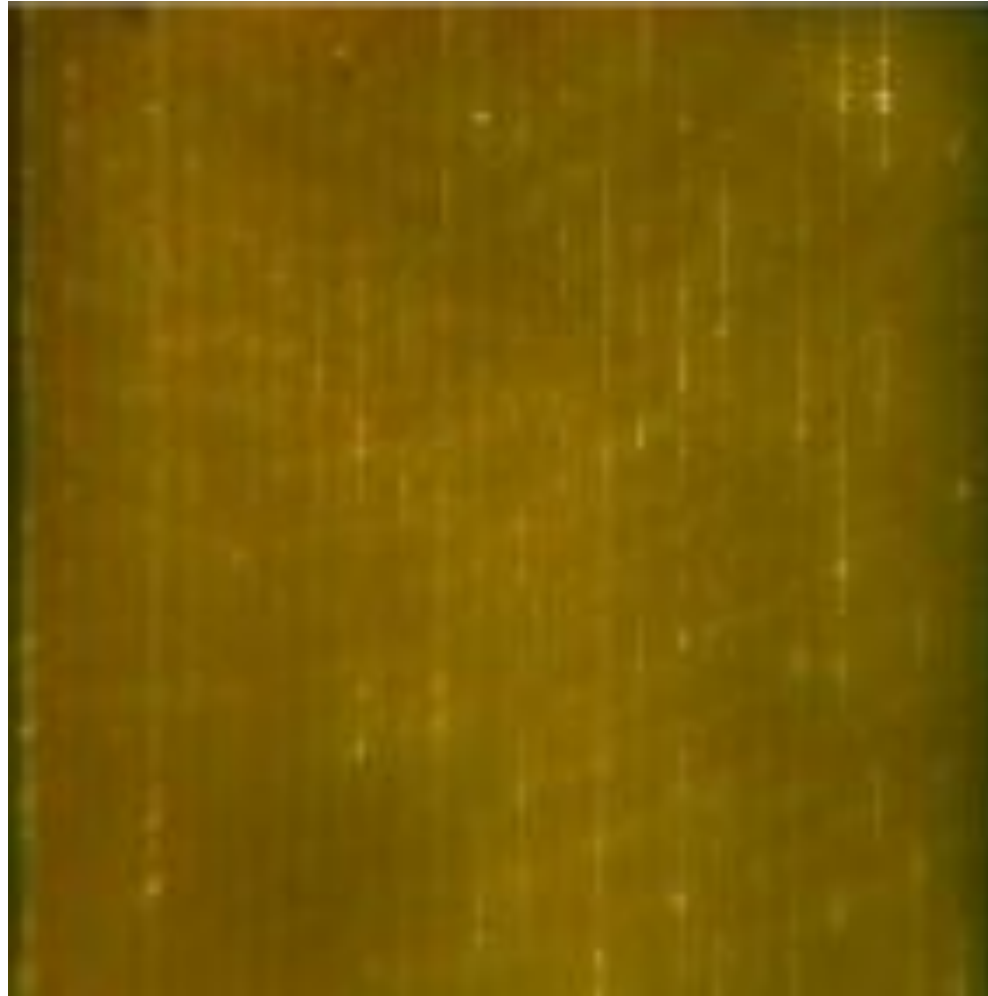
- Российские ученые предложили разделить освещаемые поверхности СЭ на области генерации носителей заряда и области с р-п переходом.
  - Площадь легированного слоя р-п перехода и р-р+ перехода на поверхностях СЭ снижена в 10 раз, а 90% площади поверхности отведено для генерации электронно-дырочных пар.
  - В результате разработки получены СЭ с параметрами, не имеющими аналогов в мире:
    - спектральная чувствительность в коротковолновой области на 30% выше штатных кремниевых СЭ.
    - пропускание за краем основной полосы поглощения свыше 40%
    - СЭ имеют двухстороннюю рабочую поверхность
    - рабочее напряжение 16-18 В на 1 см<sup>2</sup>
    - КПД 20%
-

# Солнечные модули с СЭ 3-го поколения

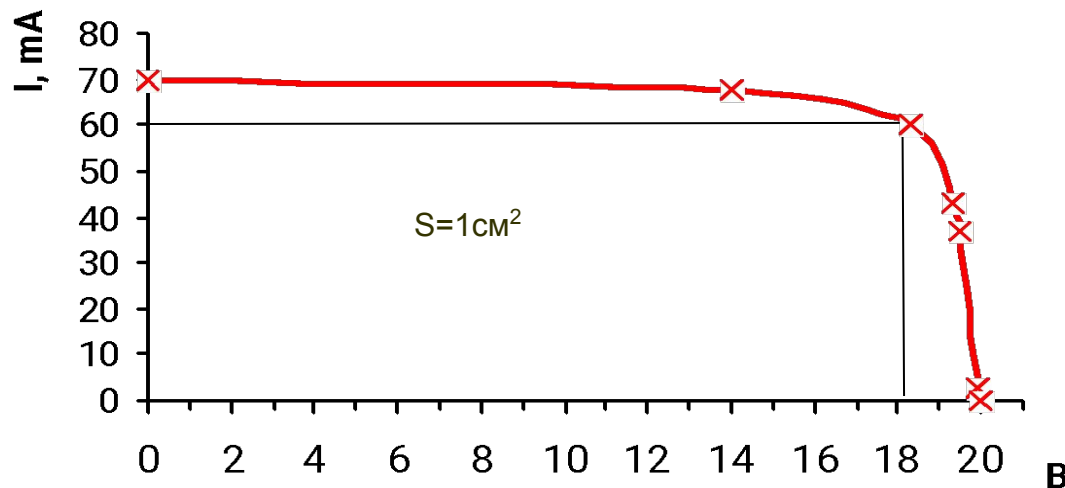
## Научная база:

- Патент РФ № 2209379 «Солнечный модуль с концентратором (варианты)» / Стребков Д.С., Безруких П.П., Иродионов А.Е.
- – Патент РФ №2151449 «Способ изготовления фотопреобразователей с пленкой пористого кремния» / Заддэ В. В., Стребков Д.С., Поляков В.И., Старшинов И.П. // БИ. 2000. №17.
- – Патент РФ № 2252372, Солнечный модуль со стационарным концентратором / Литвинов П.П., Тверьянович Э.В. // БИ. 2005. №14.
- Патент РФ № 2336596 «Полупроводниковый фотоэлектрический генератор (варианты)» / Стребков Д.С., Шеповалова О.В., Заддэ В.В./ БИ. 2008. №29.

# **Высоковольтный фотоэлектрический преобразователь на основе многослойной кремниевой структуры**



# Вольтамперная характеристика



## Основные параметры

Двухсторонняя чувствительность

Пропускание в инфракрасной области - более 40%

Рабочее напряжение - до  $20\text{ В/см}^2$

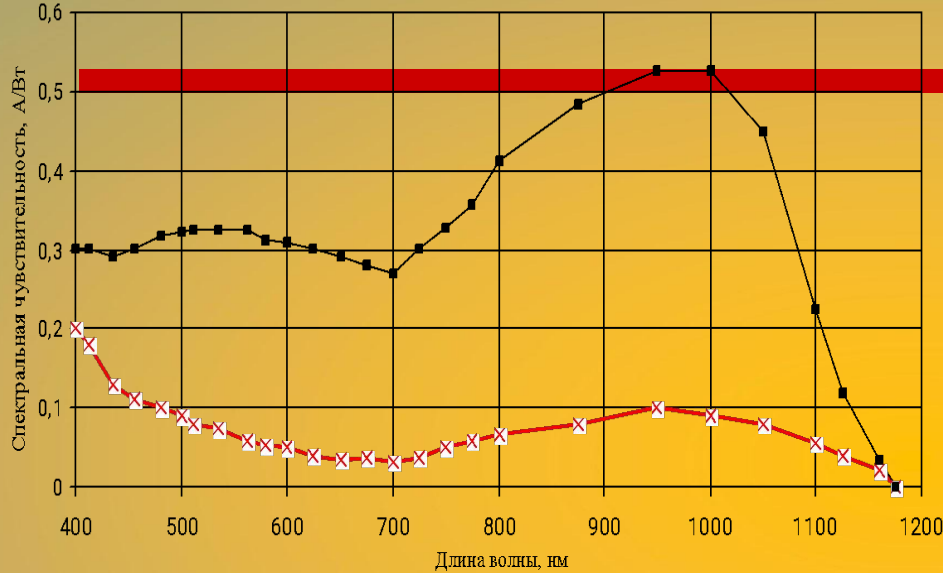
Ток нагрузки - 60 – 70 мА

Концентрация солнечного излучения - 50 крат ( $5\text{ Вт/см}^2$ )

КПД - 20%

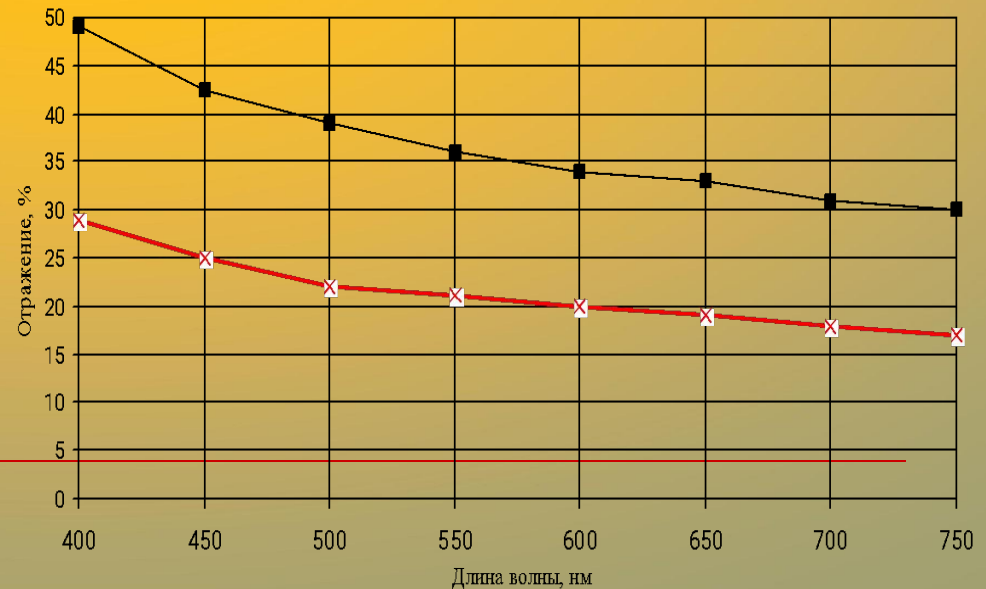


# Высоковольтные кремниевые фотопреобразователи концентрированного солнечного излучения для фотоэлектрических станций

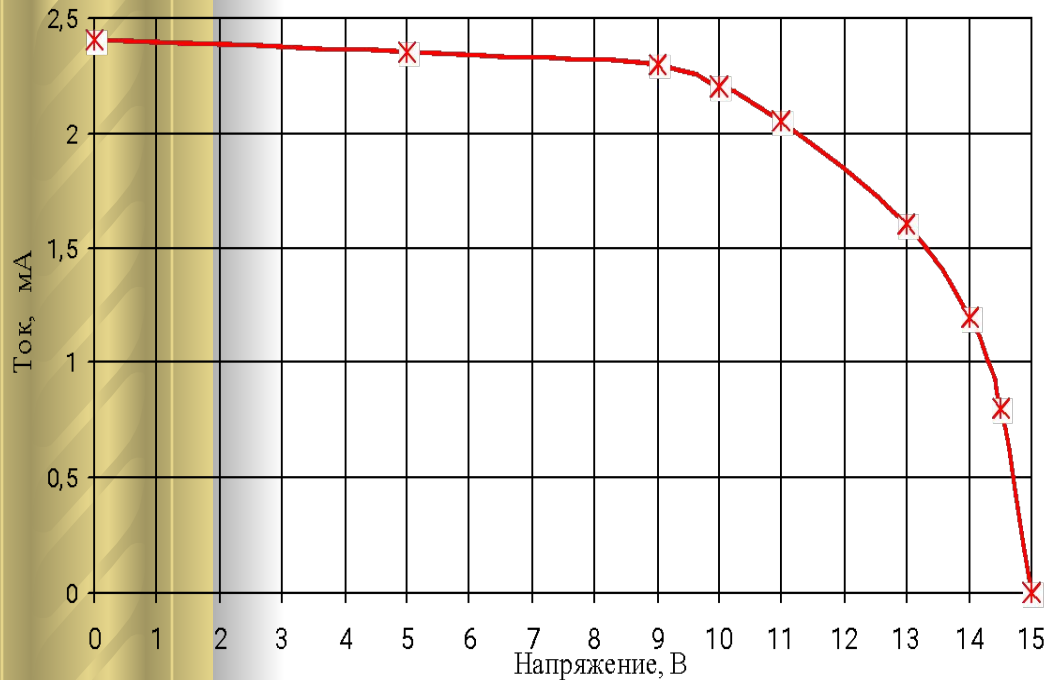


**Спектральная  
характеристика  
многослойного  
солнечного элемента**

**Спектральная  
зависимость  
коэффициента  
отражения**

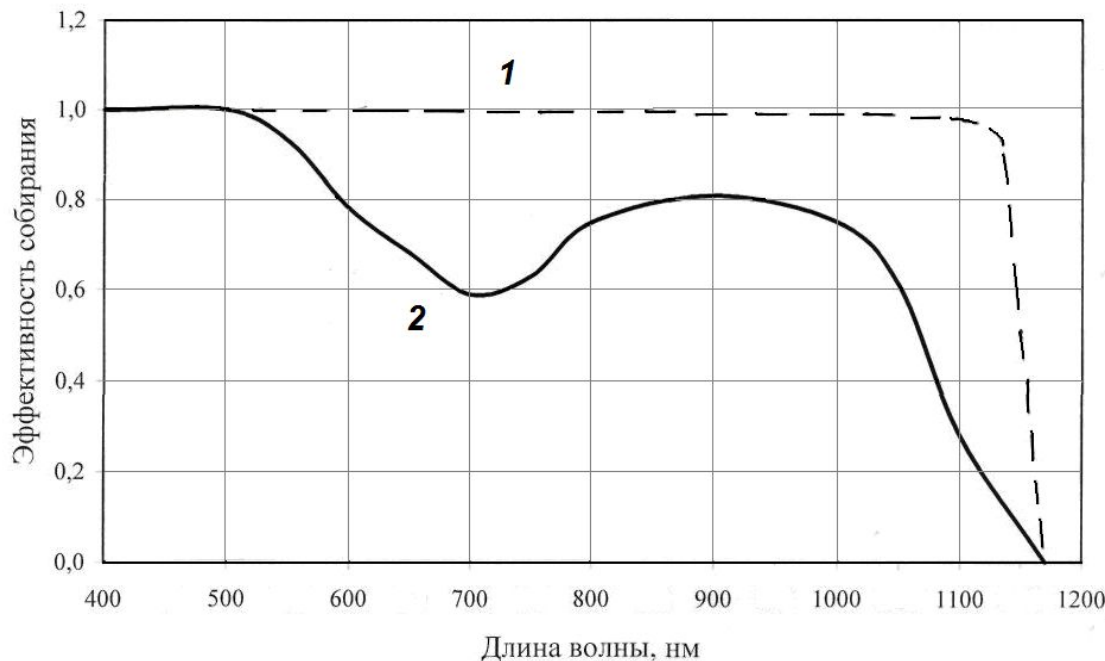






Вольтамперная характеристика многослойного солнечного элемента AM1,  $1 \text{ кВт/м}^2$ ,  $25^\circ\text{C}$ ,  $S = 2 \text{ см}^2$

Спектральная зависимость эффективности собирания носителей заряд



# **ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ И ПЕРСПЕКТИВЫ СЭ 3-го ПОКОЛЕНИЯ**

- **Технология СЭ не требует применения серебра, сеткографии, фотолитографии и других трудоемких операций.**
- **Современные процессы полупроводниковой электроники и нанотехнологии позволят в ближайшие 2-3 года увеличить КПД кремниевых СЭ до 25-30%.**

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ  
СОБСТВЕННОСТИ,  
ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ  
ЗНАКАМ

FEDERAL SERVICE  
FOR INTELLECTUAL  
PROPERTY, PATENTS  
AND TRADEMARKS



НАГРАЖДАЕТСЯ

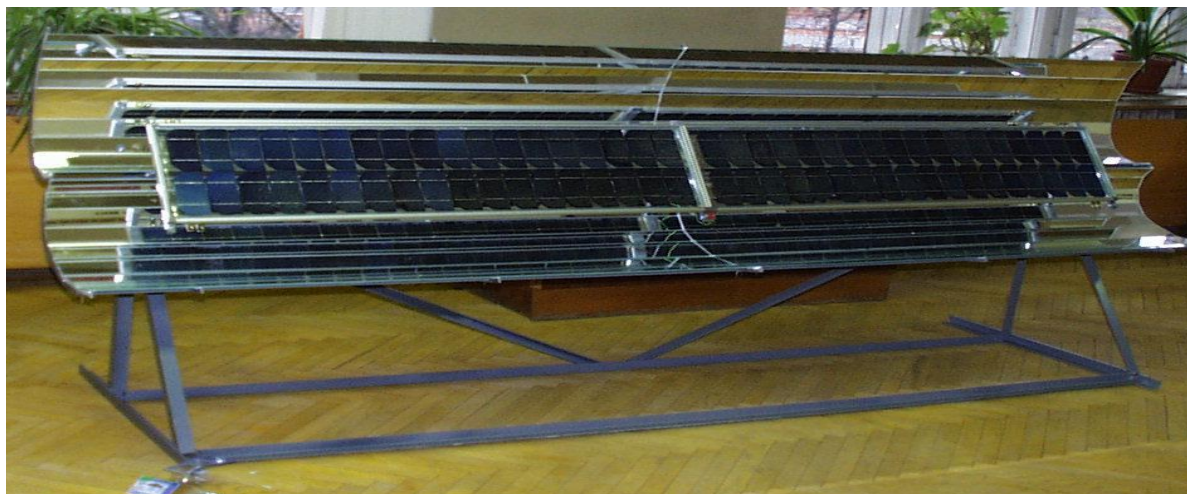
В номинации «100 лучших изобретений России»  
ГНУ Всероссийский научно-исследовательский институт  
электрификации сельского хозяйства РАСХН  
за технологию изготовления полупроводникового  
фотоэлектрического генератора  
(патент РФ № 2336596)



Руководитель

Б.П. Симонов

# Солнечный модуль со стационарным концентратором и сроком эксплуатации 40 лет



- Технические параметры

- Электрическая мощность при стандартных условиях  
( $E = 1000 \text{ Вт/м}^2$ ,  $T=25^\circ\text{C}$ ), Вт 200
- Напряжение, В 16
- КПД модуля 0,15
- Габариты , мм 2800 x 875 x 600
- Масса, кг 76

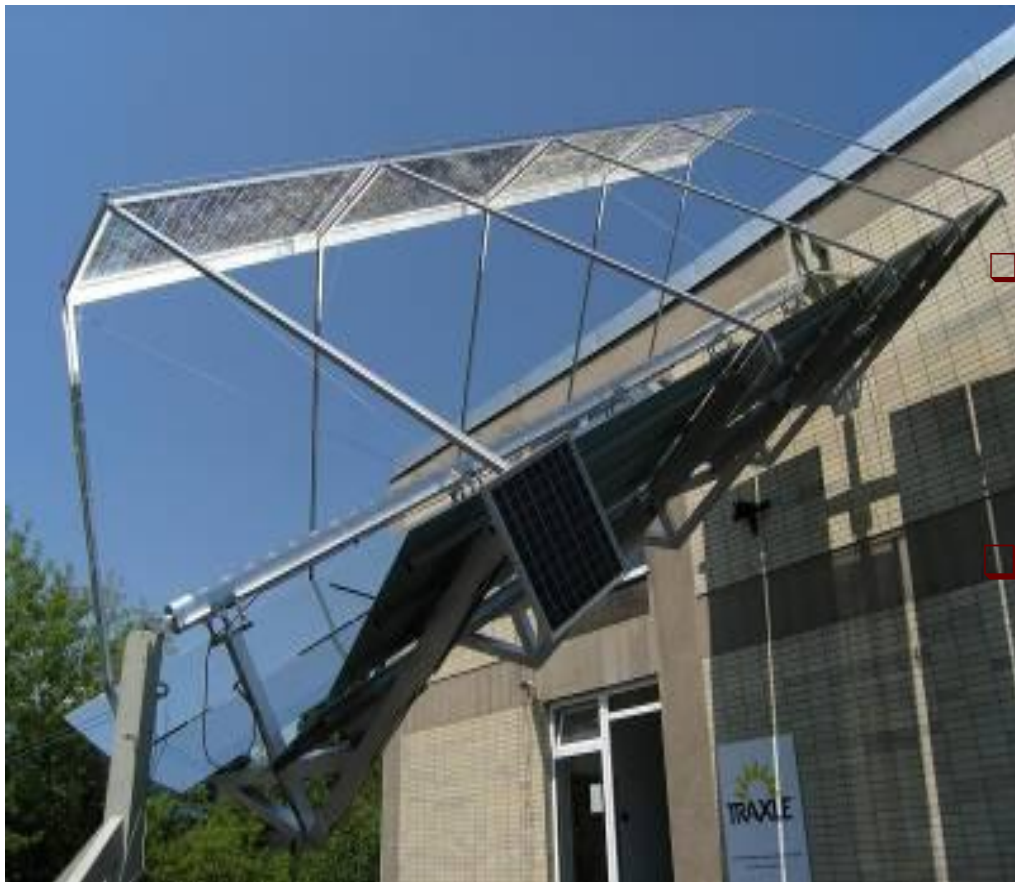


# Солнечный модуль со стационарным концентратором и сроком эксплуатации 40 лет

- **Состав системы:**

- Технический паспорт.
- Сертификат соответствия - нет (не подлежат обязательной сертификации в РФ).
- Фотоприемник концентрированного излучения с солнечными элементами 3-го поколения с КПД 20 %.
- Инверторные блоки.
- Крепежные конструкции для установки системы на крыше.
- **Коммерческие параметры предложения:**
  - Стоимость образца на 200 Вт – 35 200 руб.
  - Срок изготовления образца – 3 месяца

# Вариант исполнения ФЭМ с увеличенным сроком службы (40 лет)



## Используют для:

- архитектурных элементов крыш и фасадов
- комплектования фотоэлектрических станций

# Экономическая эффективность СЭС мощностью 1 МВт на базе модулей с СЭ 3-го поколения

- **Проект:** «Создание солнечной электростанции со стационарными концентраторами (СЭС) электрической мощностью 1 МВт
- **Научная база:** патенты ВИЭСХ
- **Уровень разработки:**
  - Имеется эскизная КД
  - Изготовлен и испытан макетный образец базового модуля
  - **Инвестиционная потребность:**
    - 176,0 млн. руб.
  - **Экономические показатели проекта:**
    - рентабельность (чистая прибыль к себестоимости) – 45%,
    - чистая прибыль (годовая) – 45 млн. руб.,
    - окупаемость затрат – менее 1,5 лет (с учетом постановления Правительства РФ об обязательной покупке электросетевыми компаниями эл. энергии, произведенной на СЭС).



# **Возможность массового внедрения.**

## **Рынок сбыта модулей СЭ и СЭС.**

- **Рынок сбыта определяется 40 – 60 град с. ш. на территории РФ и стран СНГ.**
- **Потребители:**
  - сельские производители (фермерские и коллективные хозяйства),
  - мелкие и средние предприятия промышленности,
  - электро- и теплообеспечение жилых домов, столовых, детских садов, бань и пр.
- **Наиболее благоприятные районы строительства СЭС:** Черноморское побережье Кавказа, Дагестан, Калмыкия, Астраханская область, Бурятия, юг Приморского края.
- **Потенциальные потребители СЭС:**  
экваториальная часть Азии (Индия, Камбоджа, Индонезия, др.), Австралия, страны Африки, Южной Америки.



## Производство электроэнергии солнечной электростанцией с КПД 15%, кВтч/м<sup>2</sup>

	Угол	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
Архангельск	40	1,45	3,89	7,74	12,22	13,55	16,45	15,16	10,75	5,91	2,95	0,97	0,00	91,05
Иркутск	45	6,37	9,17	14,06	13,94	14,81	13,33	12,56	12,00	10,33	8,59	6,39	4,84	126,39
Курск	30	3,03	4,99	8,69	9,88	14,28	15,42	15,37	12,87	9,57	5,31	2,39	2,14	103,94
Москва	35	1,76	4,40	9,20	11,32	15,11	14,98	15,23	12,90	9,06	5,17	2,92	1,78	103,84
Петропавловск- Камчатский	50	8,06	9,68	16,00	15,66	14,43	14,58	13,36	11,70	10,85	8,78	7,78	5,79	136,67
Псков	40	2,92	5,55	9,62	11,24	14,63	15,23	14,95	12,32	8,41	5,03	1,81	1,64	103,35
Самара	40	4,16	6,45	12,39	12,89	16,60	15,76	15,78	13,75	8,92	5,36	3,27	2,94	118,26
Сочи	45	7,73	8,73	10,36	11,84	15,13	17,06	18,34	18,77	16,18	15,33	11,30	8,17	158,93
Якутск	50	3,07	7,61	15,45	17,86	16,28	15,75	17,12	14,40	9,96	7,12	5,14	2,12	131,89



## Правовые и технологические Соглашения

---

- 2008 - 2009 г. продано know how в Чехию на технологию герметизации модулей СЭ.

### Испытания ФЭМ ГНУ ВИЭСХ РАСХН

- Образцы ФЭМ испытываются:
  - г. Москва (испытательный стенд ВИЭСХ)
  - МО (Истринский полигон)
  - г. Прага (испытательный полигон Пражского университета)