В 2008 году в лаборатории фотоэлектрических преобразователей под руководством В.М. Андреева был подготовлен бизнес-план проекта: «Организация серийного производства нового поколения солнечных фотоэлектрических установок с использованием нанотехнологий»

Цель проекта:
Организация производства высокоэффективных солнечных фотоэлектрических установок (СФЭУ) на основе наногетероструктурных фотоэлектрических преобразователей (ФЭП) и концентраторов солнечного излучения.

Срок реализации проекта (до выхода на проектную мощность): **5 лет**.
Установленная мощность производства СФЭУ: **130 МВт/год**.
Инвестиции в проект для выхода на проектную мощность: **7,8 млрд. руб.**
Выручка в 2014 г. – **10 млрд. руб./ год** (при выходе на макс. мощность).
Чистая прибыль в 2014 г. – **2,6 млрд. руб./ год**.

Продукт производства:
СФЭУ мощностью 1 кВт на основе 18 модулей (общей площадью 4,5 м^2), установленных на прецизионной системе слежения за Солнцем

Эскиз завода
площадью около 18 тыс. м^2 по производству СФЭУ

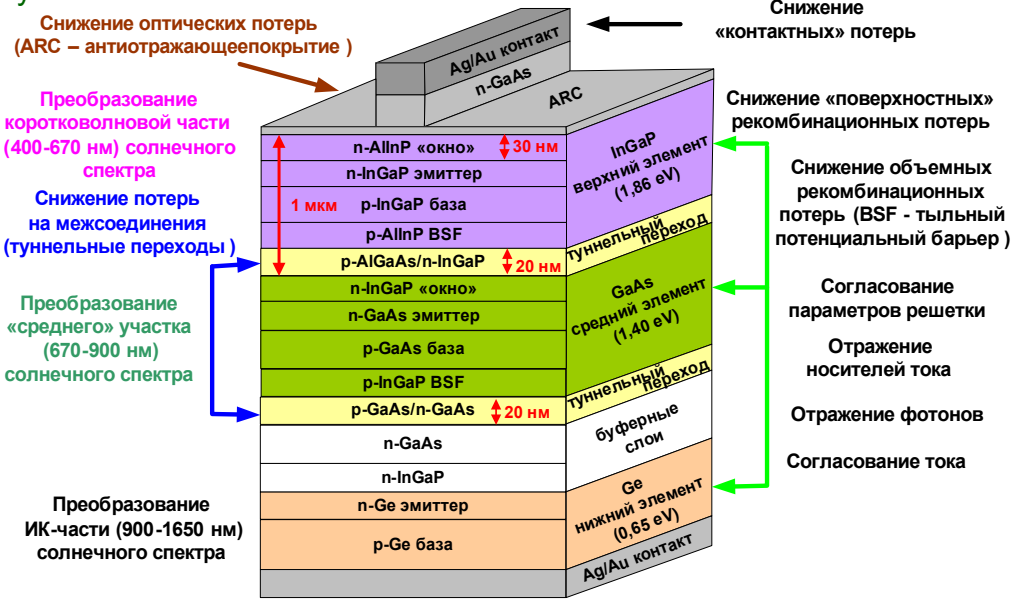
Структура производства:
Опытно-промышленное производство СФЭУ на суммарную установленную мощность 10 МВт в год.
Расположение: г. Санкт-Петербург, Шуваловская площадка ФТИ
Серийное производство СФЭУ на суммарную установленную мощность более **130 МВт в год.**
Расположение: особая экономическая зона Санкт-Петербурга (участок «Ново-Орловская»)
Ценовой параметр конкурентоспособности серийного производства: **1,8 USD за 1 Вт** установленной мощности СФЭУ.

Проект поддержан и рекомендован к реализации Военно-промышленной комиссией при Правительстве РФ.
По проекту принято положительное решение научно-технического совета ГК «РОСНАНО».

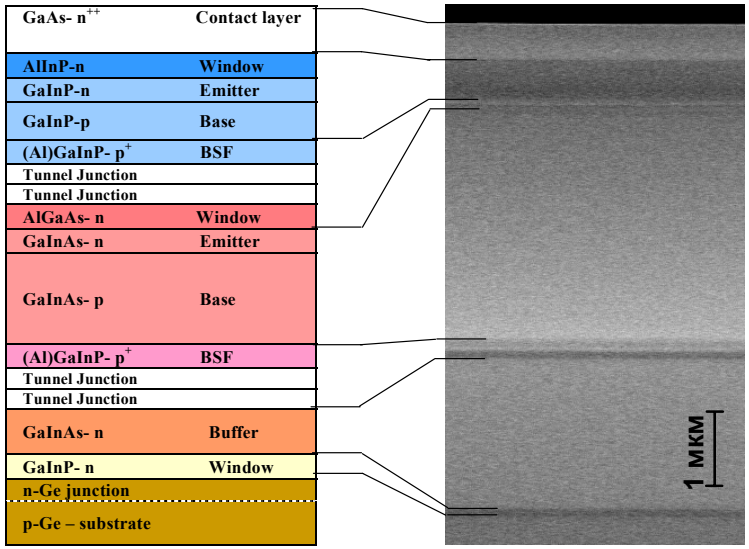
Высокоэффективные солнечные элементы на основе каскадных наногетероструктур

Преимущества наногетероструктурных каскадных фотоэлектрических преобразователей (ФЭП):

- Увеличение более, чем в 2 раза (более 40%) КПД каскадных ФЭП на основе полупроводниковых наногетероструктур GaInP/GaInAs/Ge по сравнению с кремниевыми.
- Возможность преобразования 1000-кратно концентрированного солнечного излучения.
- Снижение в 1000 раз расхода полупроводниковых материалов пропорционально степени концентрирования солнечного излучения.



Наногетероструктура каскадного ФЭП, обеспечивающего КПД > 35%



Структура и изображение GaInP/GaAs/Ge многослойной наногетероструктуры каскадного ФЭП

«Нанотехнологическая» составляющая в каскадных фотопреобразователях (ФЭП):

- Наноразмерные (20-30 нм) фронтальные AlGaInP широкозонные «окна», обеспечивающие фоточувствительность до ультрафиолетовой области спектра.
- Наноразмерные (10-50 нм) слои туннельных p+ - n+ переходов, соединяющих фотоактивные области различных каскадов в гетероструктурах.
- Встроенные в гетероструктуры Брегговские зеркала (на основе периодических структур, образованных слоями с толщинами 50-70 нм), обеспечивающие отражение в фотоактивную область «подзонных» фотонов.
- Короткопериодные (3-10 нм) сверхрешетки в гетероструктурах с управляемым градиентом ширины запрещенной зоны.
- Наногетероструктуры с квантовыми ямами и массивами квантовых точек для перспективных типов фотопреобразователей, в т.ч. с «промежуточными» зонами.

Базовая технология: получение каскадных наногетероструктур методом газофазной эпитаксии из металлорганических соединений (МОС-гидридная эпитаксия)

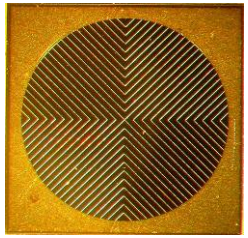
Солнечные концентраторные фотоэлектрические установки (СФЭУ)

Технические характеристики:

- Использование ФЭП с КПД свыше 35% для преобразования концентрированного солнечного излучения.
- Концентрирование до 1000 крат солнечного излучения с помощью линз Френеля с оптическим КПД до 90%.
- Увеличение удельного энергосъема до 300 Вт/м^2.
- Отслеживание положения Солнца с помощью 2-х координатных систем слежения с точностью ±0,1 угл. град.
- Увеличение более, чем в 2,5 раза количества электроэнергии, вырабатываемой с единицы площади СФЭУ (за счет большей эффективности и слежения за Солнцем) по сравнению со стационарными кремниевыми солнечными батареями.

Установка газофазной эпитаксии для выращивания наногетероструктур каскадных ФЭП

Этапы создания СФЭУ



Фронтальная поверхность каскадного ФЭП с размерами 2 мм х 2 мм

Концентраторный фотоэлектрический модуль (0,5 м х 0,5 м) на основе 144 каскадных ФЭП и линз Френеля

Трекер системы слежения за Солнцем на установленную мощность модулей 6 кВт

Солнечная батарея из 4-х КФЭМ размером 0,5 м х 0,5 м

СФЭУ мощностью 1 кВт на основе 18 (3х6) КФЭМ

Концентраторы солнечного излучения

Основу концентраторов солнечного излучения в предлагаемых к производству СФЭУ составляют линзы Френеля, изготовленные из силикона.

Силикон – наиболее стабильный и устойчивый в внешним воздействиям полимерный материал.

Массив из линз Френеля объединяется в линзовую панель на плоскости силикатного стекла.

Линзовая панель из 144 линз Френеля

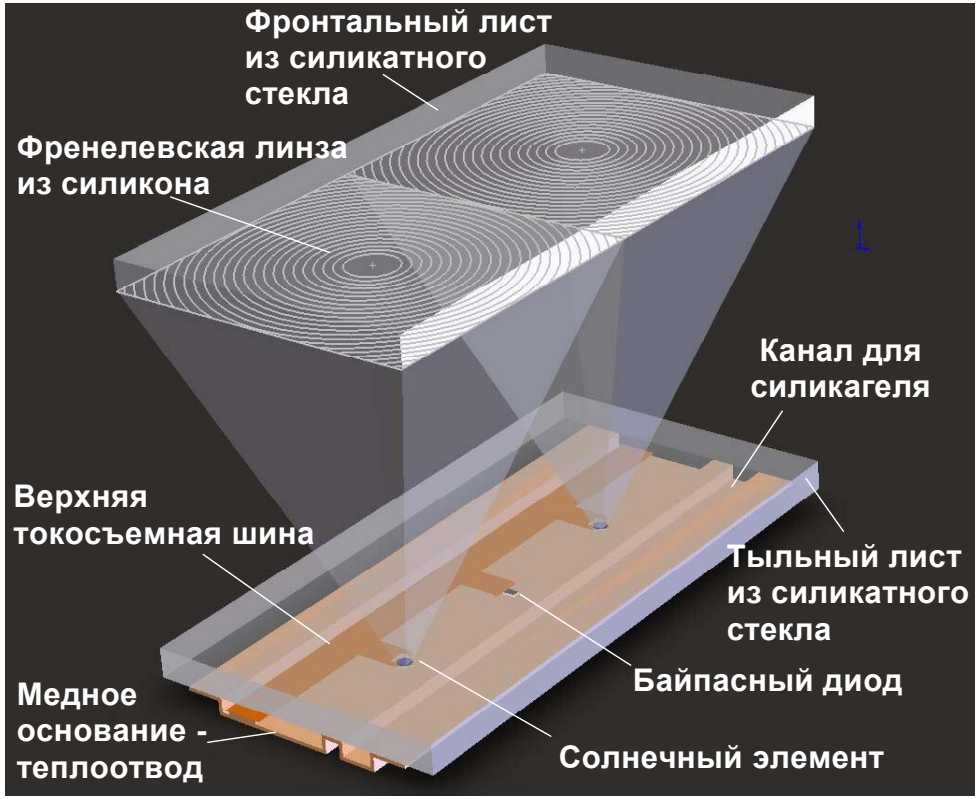


Схема части концентраторного модуля, включающей две линзы Френеля и два каскадных ФЭП, расположенных в фокусе линз, и защитный байпасный диод

Опытно-промышленное производство СФЭУ на суммарную установленную мощность 10 МВт в год предполагается разместить в гермозоне производственно-технологического комплекса ФТИ и в главном лабораторном корпусе площадки ФТИ в Шувалово

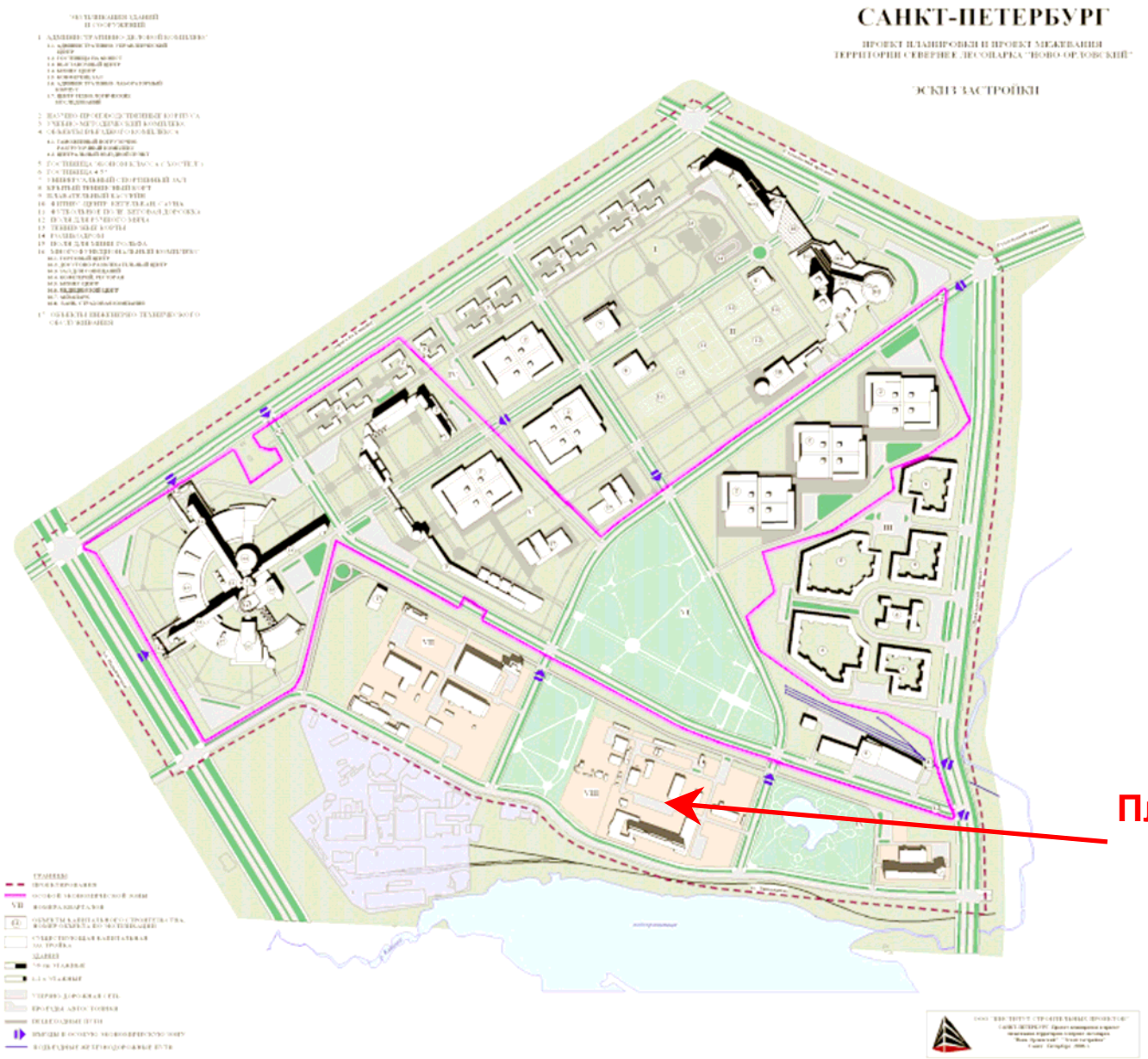
Главный лабораторный корпус площадки ФТИ в Шувалово

Общий вид здания гермозоны

Одна из чистых комнат гермозоны площадью более 150 кв. м

Чистый коридор гермозоны

Генеральный план территории «Ново-Орловская» ТВ ОЭЗ г.Санкт-Петербурга



Площадка ФТИ в Шувалово