

## «Разработка, промышленное освоение и коммерциализация технологий создания высокоэффективных кремниевых фотоэлектрических модулей и сооружения солнечных электростанций в регионах России»

**Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Физико-технический институт им. А.Ф. Иоффе Российской академии наук**

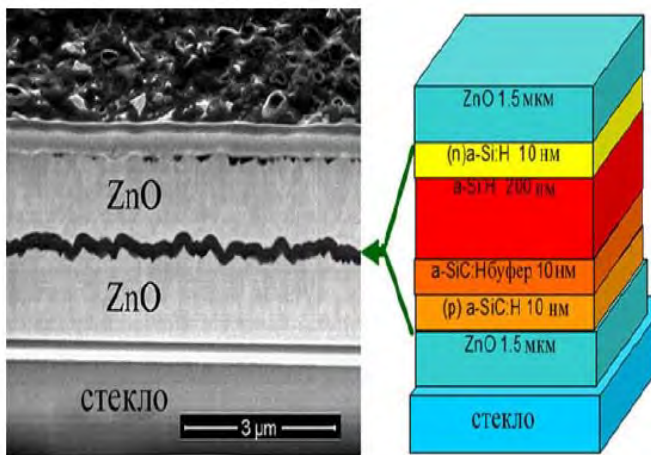
1.	<b>Забродский Андрей Георгиевич</b> , академик Российской академии наук, доктор физико-математических наук, исполняющий обязанности главного научного сотрудника лабораторией Федерального государственного бюджетного учреждения науки Физико-технический институт им. А.Ф. Иоффе Российской академии наук – <i>руководитель работы</i>
2.	<b>Бобыль Александр Васильевич</b> , доктор физико-математических наук, профессор, ведущий научный сотрудник Федерального государственного бюджетного учреждения науки Физико-технический институт им. А.Ф. Иоффе Российской академии наук
3.	<b>Абрамов Алексей Станиславович</b> , кандидат физико-математических наук, руководитель отдела ООО «НТЦ тонкопленочных технологий в энергетике»
4.	<b>Андроников Дмитрий Александрович</b> , кандидат физико-математических наук, главный технолог ООО «НТЦ тонкопленочных технологий в энергетике»
5.	<b>Орехов Дмитрий Львович</b> , кандидат технических наук, генеральный директор ООО «НТЦ тонкопленочных технологий в энергетике»
6.	<b>Теруков Евгений Иванович</b> , доктор технических наук, профессор, заместитель генерального директора по научной работе ООО «НТЦ тонкопленочных технологий в энергетике»
7.	<b>Дубровский Александр Дмитриевич</b> , кандидат химических наук, главный технолог завода ООО «Хевел»
8.	<b>Петров Александр Олегович</b> , директор ООО «Хевел»
9.	<b>Шахрай Игорь Степанович</b> , генеральный директор ООО «Авелар Солар Технолоджи» - управляющей компании ООО «Хевел»
10.	<b>Попель Олег Сергеевич</b> , доктор технических наук, главный научный сотрудник Федерального государственного бюджетного учреждения науки Объединенный институт высоких температур Российской академии наук

**Содержание работы** - полный цикл фундаментальных, прикладных исследований и разработок технологий высокоэффективных кремниевых фотоэлектрических модулей, их промышленного освоения и коммерциализации, а также сооружения сетевых солнечных электростанций (СЭС) и автономных энергокомплексов в регионах России.

**Ключевая идея** - использование легированного аморфного кремния в производстве солнечных модулей (СМ). Разработаны технология тонкопленочных СМ на основе микроморфного кремния, промышленная технология высокоэффективных гетероструктурных СМ на кремнии с КПД более 22%. Технологии внедрены при запуске завода ООО «Хевел» в г. Новочебоксарске и при его модернизации, что обеспечило масштабное строительство СЭС в России.

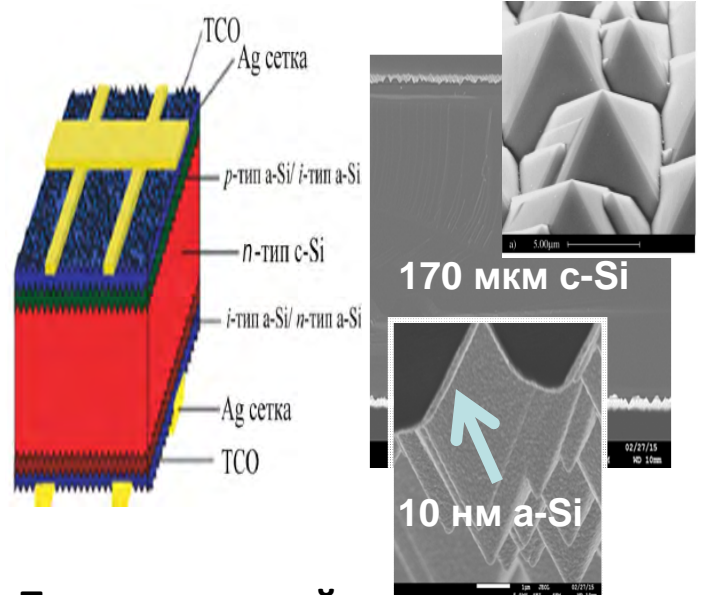
## 2010

Лабораторная тонкопленочная однопереходная структура на основе a-Si:H, КПД 8 %



## 2016

Промышленная высокоэффективная гетероструктура a-Si:H/c-Si, КПД 23 %



## 2014

Промышленная тонкопленочная двухпереходная структура a-Si:H/μ-Si:H, КПД 11.7 %



СМ на основе микроморфного кремния

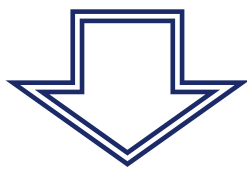
Промышленный гетероструктурный СМ на кремнии



**Значение результатов для практики.** На основе созданного научно-производственного консорциума в составе академического института, научно-технического центра, завода и производств по проектированию и строительству СЭС осуществлен трансфер результатов исследований и разработок в подотрасль солнечной энергетики РФ. Начат экспорт отечественной наукоемкой продукции. Завод Хевел вышел на годовой объём производства модулей 173 МВт. Общие инвестиции ГК «Хевел» в создание производства, проведение исследований и строительство объектов генерации превысили 37 млрд. рублей.

### Схема консорциума:

Исследования и лабораторные технологии, подготовка квалифицированных кадров



Разработка промышленных технологий



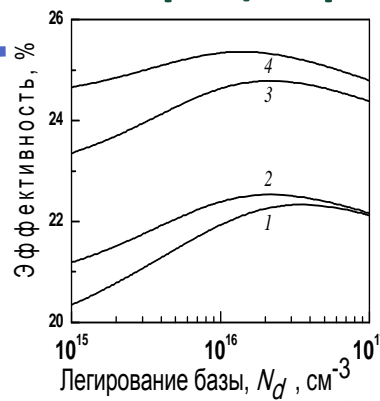
Крупное промышленное производство СМ



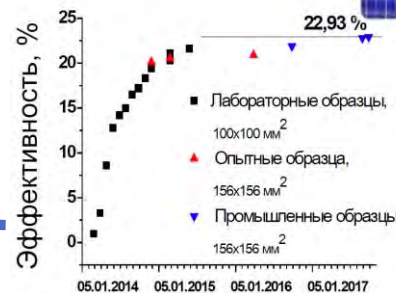
Проектирование и сооружение СЭС



### Иллюстрация результатов:



Исследование и моделирование гетероструктур a-Si:H/c-Si.



Создание промышленной технологии гетероструктур a-Si:H/c-Si.



Промышленное производство СМ.



Автономная солнечно-дизельная энергоустановка.

**Экономический и социальный эффекты.** На 01.01.2017 года было осуществлено проектирование и строительство 7 сетевых СЭС в различных районах РФ. Построены и подключены к оптовому рынку 20 СЭС суммарной мощностью 174 МВт, которые выработали 145.2 ГВт-ч электрической энергии и сэкономили 45000 тонн органического топлива, предотвратив выброс более 135000 тонн CO<sub>2</sub>. Созданы автономные энергокомплексы в Республике Алтай, Забайкальском крае, на о. Валаам, что позволило повысить качество жизни населения отдаленных районов. В новой подотрасли создано 539 рабочих мест, из них половина - для квалифицированных специалистов с организацией обучения и переподготовки кадров.

## Примеры построенных СЭС и объектов инфраструктуры:



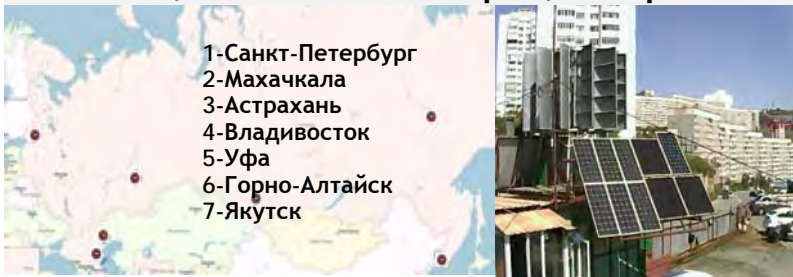
Пилотный проект автономной СЭС, 15 кВт, ФТИ им. А.Ф. Иоффе, 2012.



Автономная СЭС, 100 кВт, с. Яйлю, Республика Алтай, 2013.



Автономная СЭС, 320 кВт, с. Менза, Забайкальский край, январь 2017.



- 1-Санкт-Петербург
- 2-Махачкала
- 3-Астрахань
- 4-Владивосток
- 5-Уфа
- 6-Горно-Алтайск
- 7-Якутск

Сеть мониторинговых СЭС, Владивостокский государственный университет, 2014.



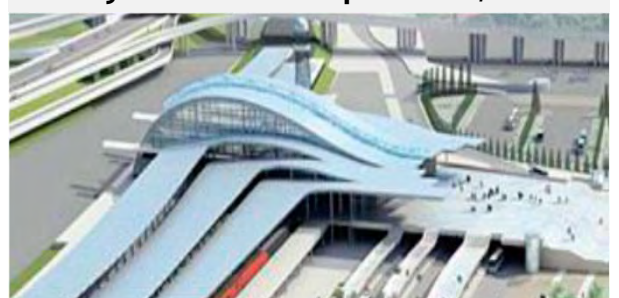
Кош-Агачская СЭС, 10 МВт, Республика Алтай, 2015.



Переволоцкая СЭС, 5 МВт, Оренбургская обл., 2015.



Бурибаевская СЭС, 10 МВт, Республика Башкортостан, 2016.



Ж/д вокзал (кровля), 127.5 кВт, «Олимпийский парк», Сочи, 2014.

## **Общие результаты работы:**

- Начавшиеся в 80-х годах прошлого века в ФТИ им. А.Ф. Иоффе исследования аморфного кремния завершились созданием отечественных промышленных технологий высокоэффективных кремниевых фотоэлектрических модулей, их широким внедрением в крупномасштабное производство, проектированием и строительством солнечных электростанций в регионах России, созданием новой подотрасли энергетики – солнечной энергетики Российской Федерации.
- Созданный Научно-производственный консорциум способен развивать отечественные технологии СМ и солнечную энергетику РФ, решать задачи импортозамещения с локализацией производства более 70 % и вывода на мировой рынок конкурентоспособных отечественных технологий фотоэлектрических преобразователей и модулей.
- Опубликовано 60 статей и 3 монографии, получено 15 патентов РФ.