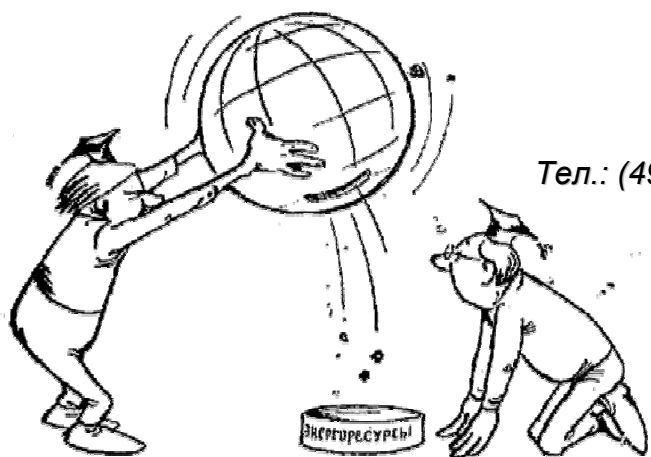


Ученый совет ОИВТ РАН 28 января 2019 г.

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СОЛНЕЧНОЙ ЭНЕРГИИ В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ



Попель О.С.

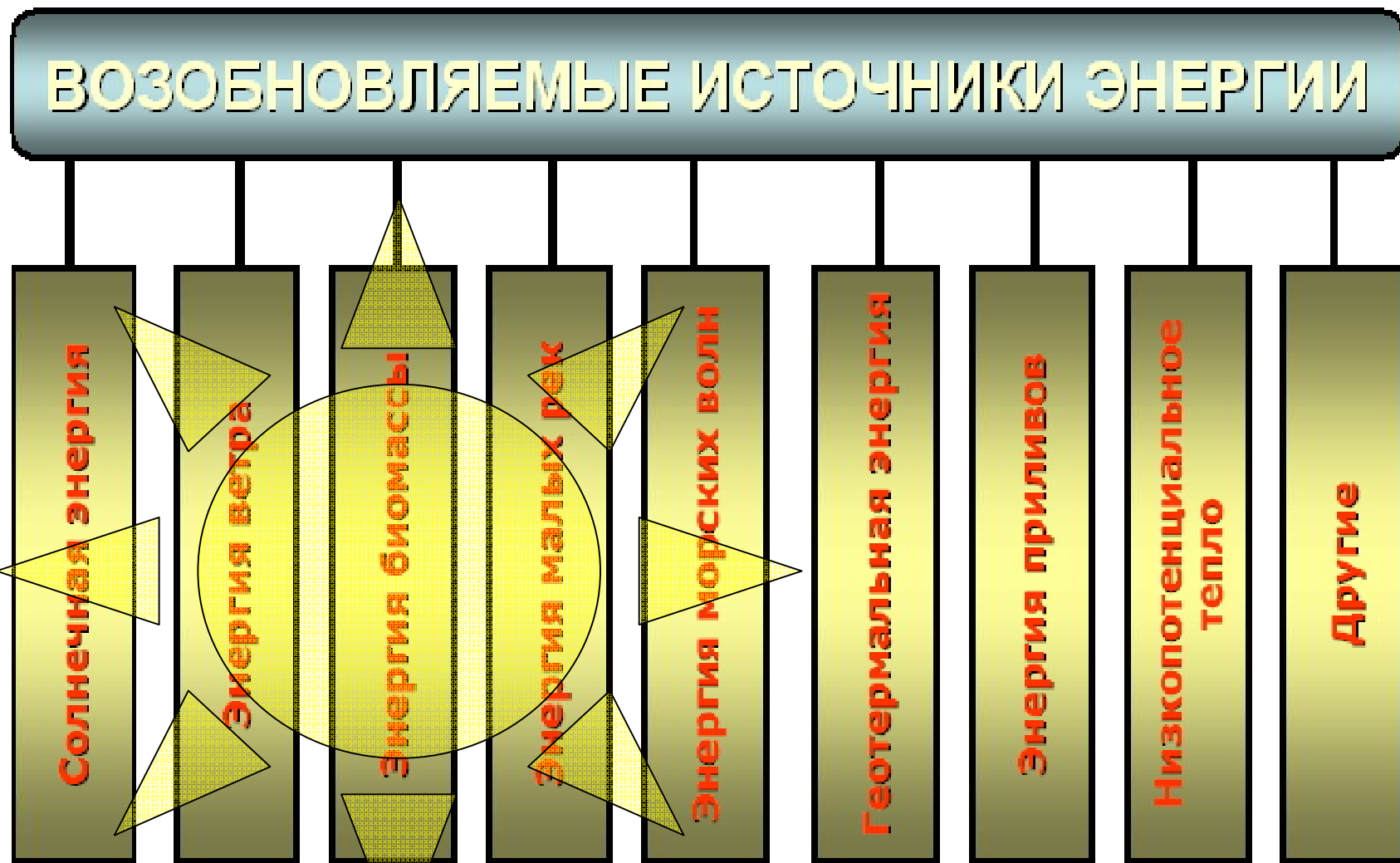
Тел.: (495) 484-23-74, E-mail: O_Popel@oivtran.ru,
<http://olegpopel.blogspot.com>



Объединенный институт высоких температур РАН

СОДЕРЖАНИЕ

- 1. Тенденции развития возобновляемой энергетики и солнечной энергетики в мире и в России**
- 2. Научно-технические заделы ОИВТ РАН в области солнечной энергетики**
- 3. Особенности солнечной энергии как первичного источника энергии**
- 4. Перспективные технологии использования солнечной энергии**
- 5. Приоритетные направления развития исследований и разработок в области солнечной энергетики в ОИВТ РАН**



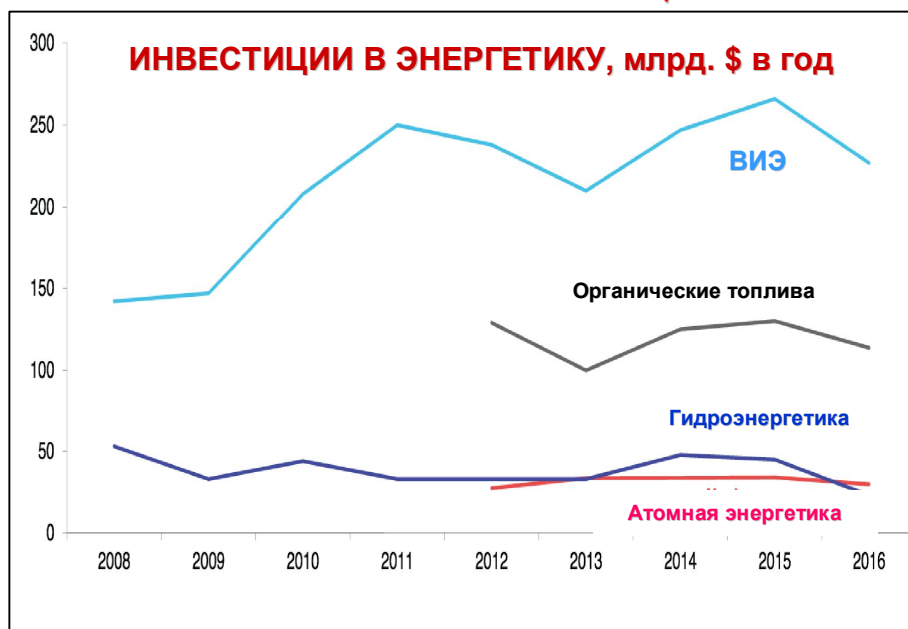
Теоретически в любой географической точке можно обеспечить энергоснабжение практически любого потребителя за счет комбинации различных ВИЭ.

Главный вопрос: какие технологии использовать и сколько это будет стоить?

Поиск оптимальных экономически приемлемых технических решений (только ВИЭ или гибридизация) – сложная научно-техническая задача, требующая современных научных и инженерных подходов и решений

ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ ВОЗОБНОВЛЯЕМОЙ ЭНЕРГЕТИКИ В МИРЕ И В РОССИИ

Суммарная установленная мощность всех электростанций мира -	около 5500 ГВт
Суммарная мощность энергоустановок на новых технологиях ВЭ в 2018 г. -	> 1100 ГВт (~20%)
в т.ч. солнечная энергетика -	> 500 ГВт
Средние темпы роста солнечной энергетики за 10 лет -	> 30% в год
Вклад новых технологий ВЭ в мировое производство э/э в 2017 г. -	10,1%
в т.ч. ветер / биомасса / солнце / другие -	5,6 / 2,2 / 1,9 / 0,4 %



Приоритетное развитие ВИЭ в странах, зависящих от импорта энергоресурсов!

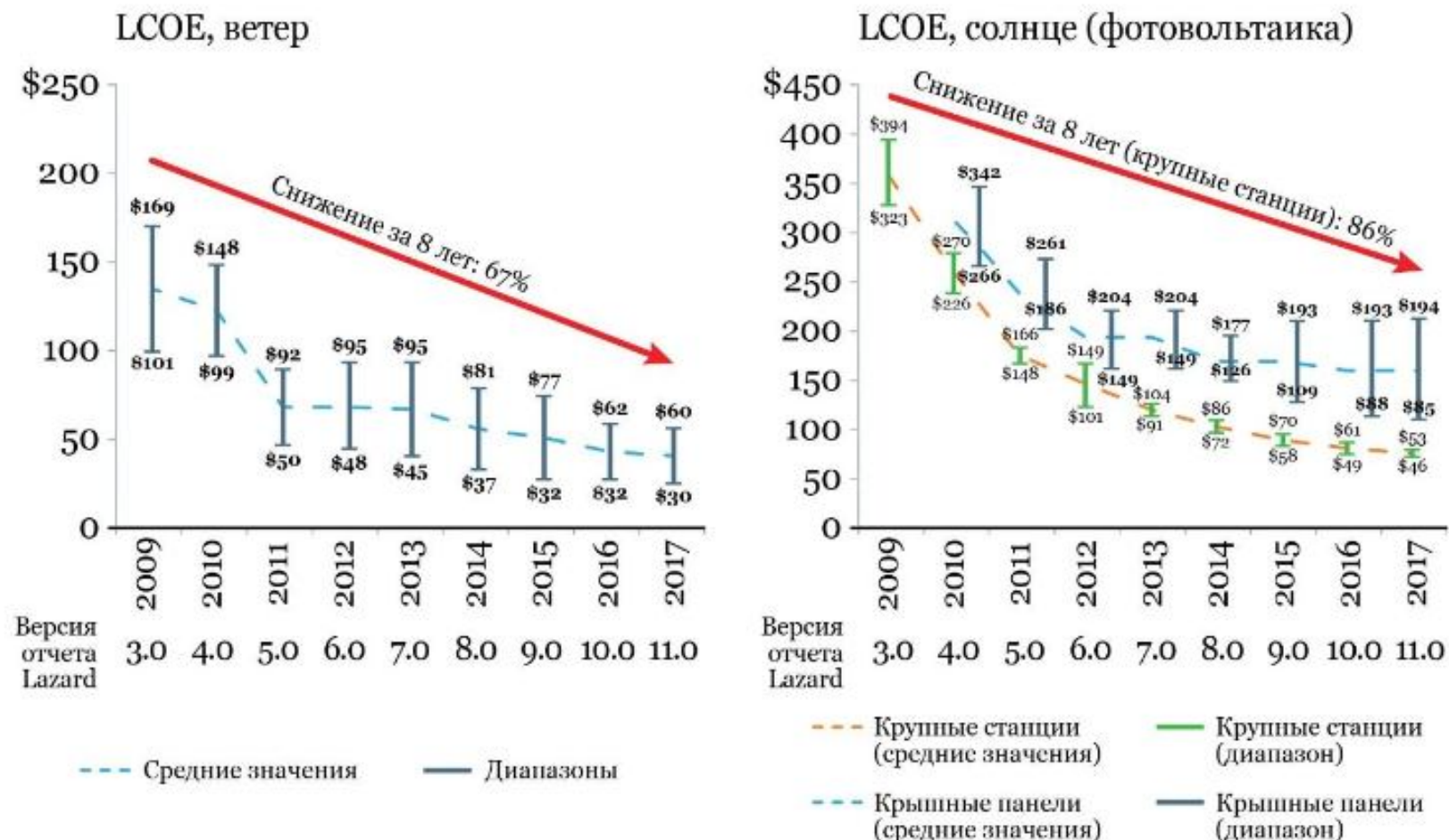
В России – признана необходимость развития компетенций в новых перспективных технологиях ВИЭ с тем, чтобы не оказаться технологически зависимыми в будущем.

Новую отрасль ВИЭ в РФ регулируют 11 законодательных и нормативных актов, в целом создающих привлекательные для развития бизнеса условия.

Ожидаемая суммарная мощность всех электростанций на ВИЭ к 2024 году – около 6 ГВт (1,5 ГВт –СЭС)

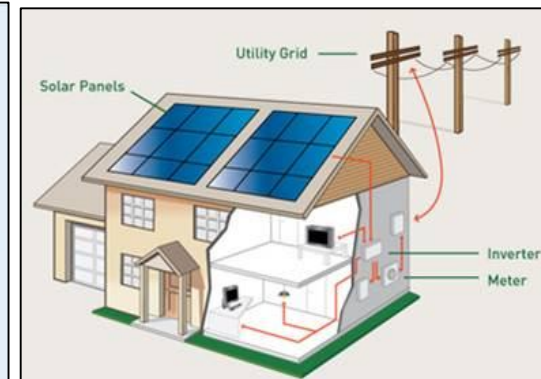
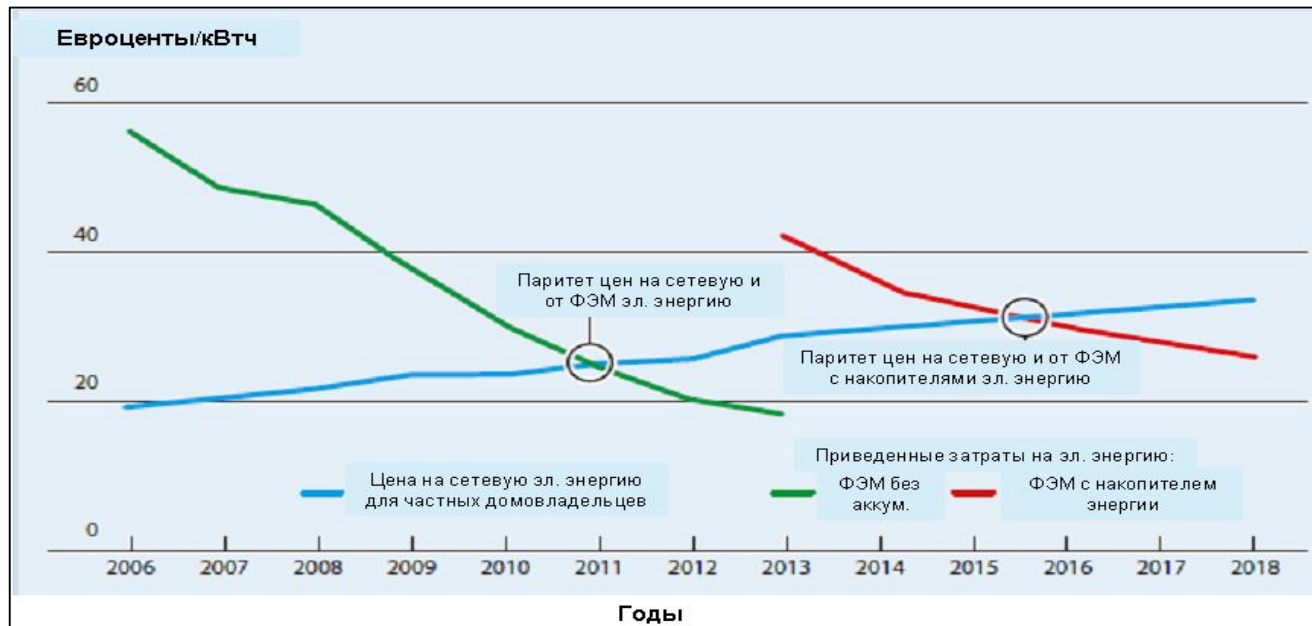
Разрабатывается нормативная база для развития ВИЭ в распределенной и индивидуальной (микрогенерация) энергетике

ДИНАМИКА ИЗМЕНЕНИЯ ПРИВЕДЕННОЙ СТОИМОСТИ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ (LCOE) ОТ СОЛНЕЧНЫХ И ВЕТРОВЫХ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ И ЭНЕРГОУСТАНОВОК В 2009-2017 ГГ., USD/МВт-ч



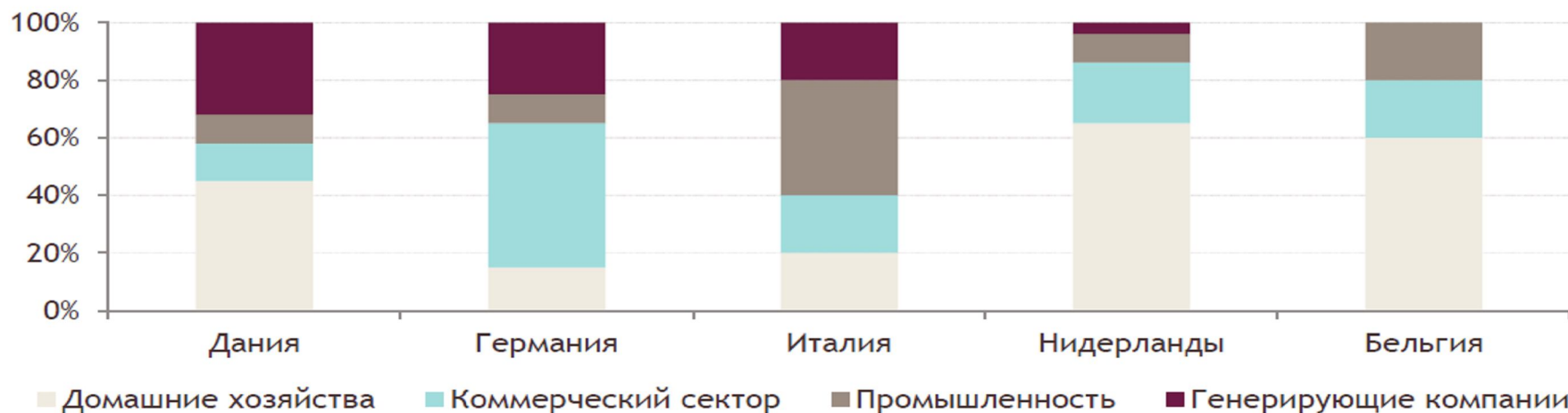
Источник: Lazard's Levelized Cost of Energy Analysis, version 11.0 – 2017

Тенденции развития возобновляемой энергетики и солнечной энергетики в мире и России



Соотношение цены на сетевую электроэнергию и приведенных затрат на ее производство крышной ФЭС частного домовладельца в Германии (данные IRENA)

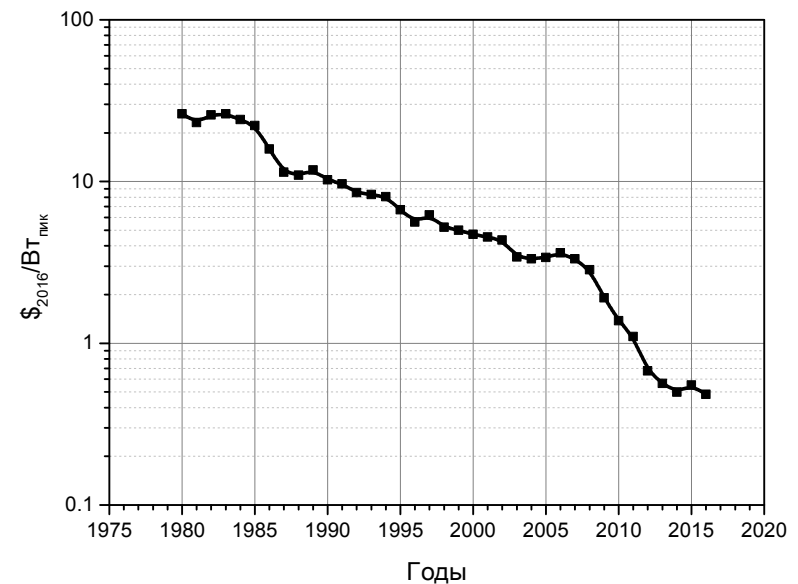
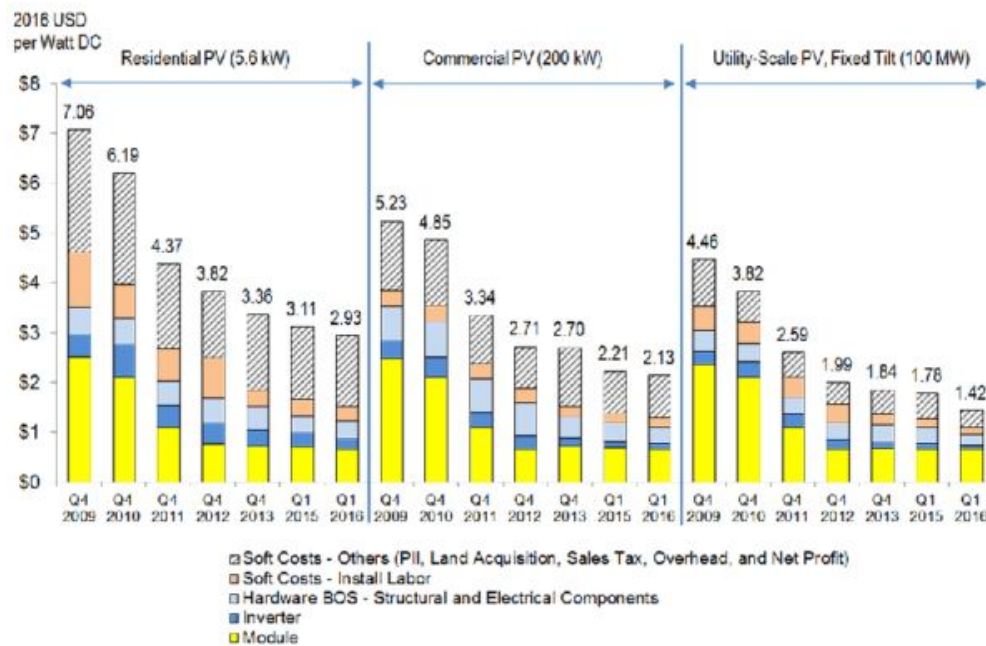
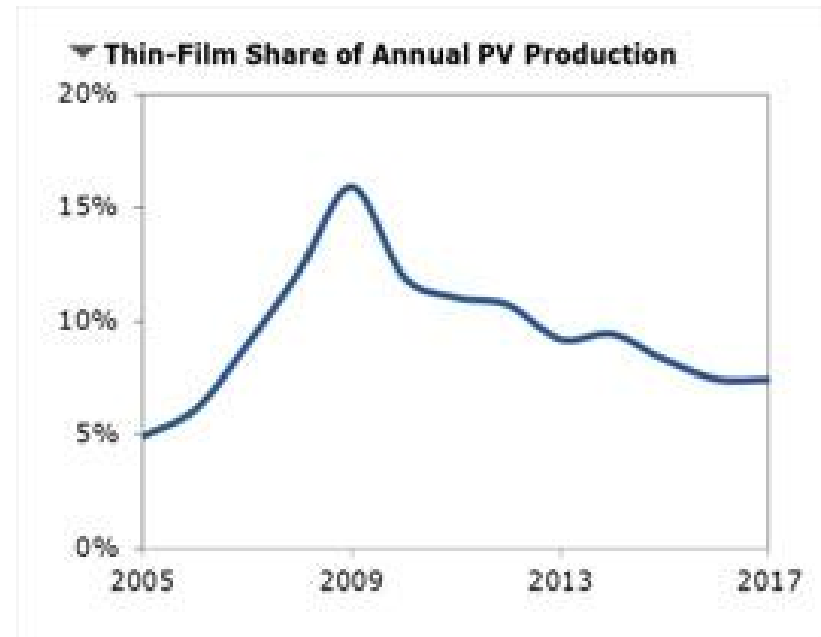
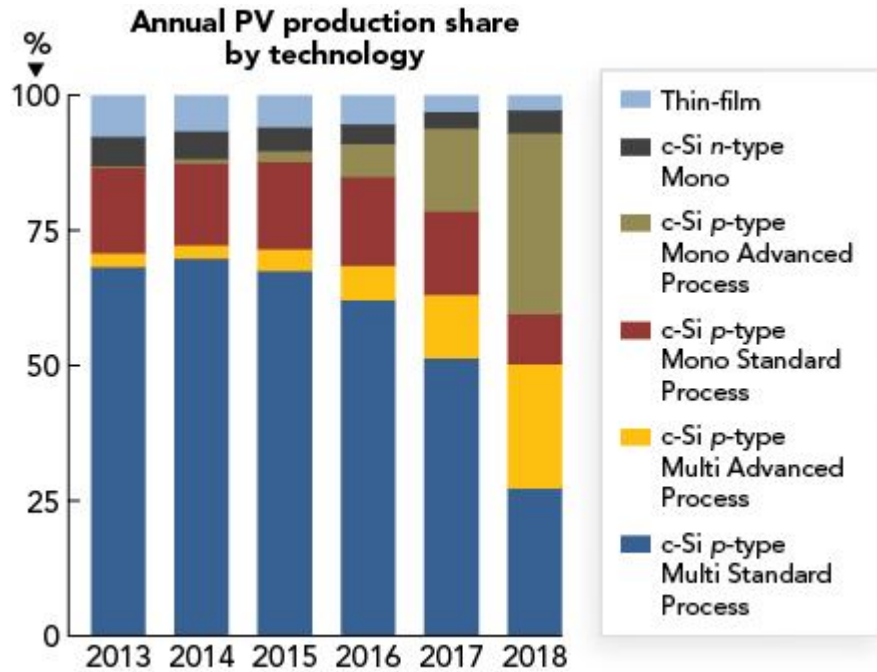
Производство солнечной электроэнергии в странах Западной Европы в 2016 году



Источник — Solar Power Europe

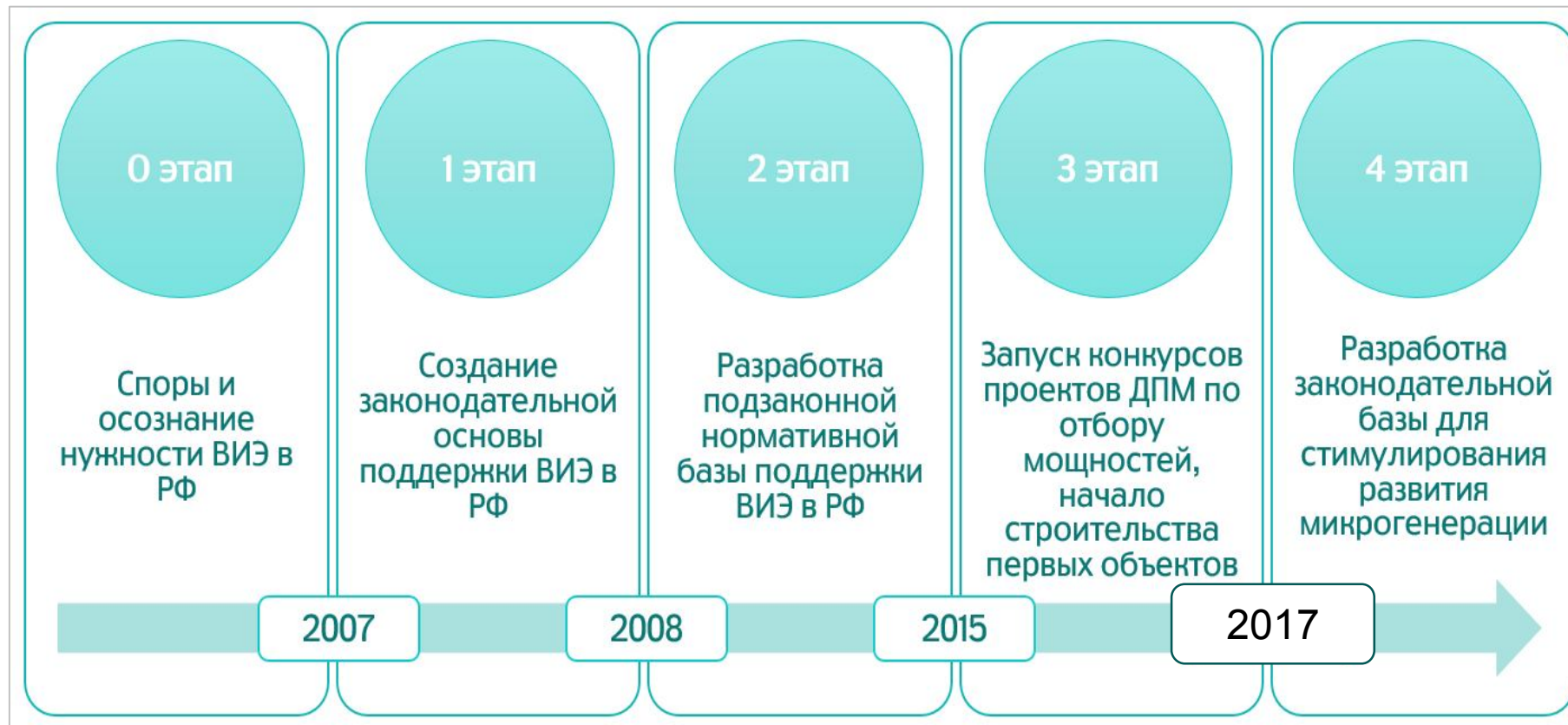
Оценки, выполненные в ОИВТ РАН, показали, что в условиях России фотоэлектрическая микрогенерация может быть сегодня экономически привлекательной для малых потребителей только в энергоизолированных районах Дальнего Востока и частично в неценовых зонах энергетического рынка на Юге страны!

Тенденции развития возобновляемой энергетики и солнечной энергетики в мире и России



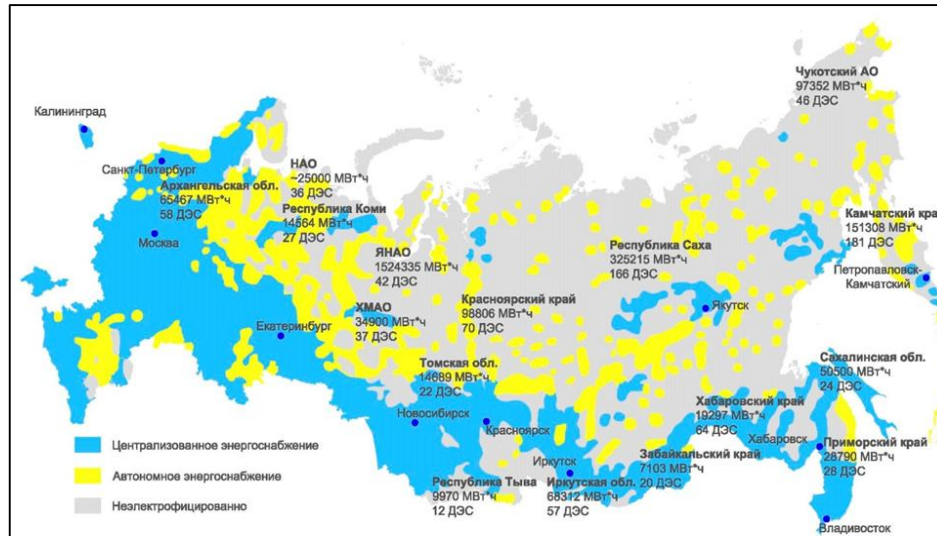
Цена пикового ватта ФЭМ с 1980 г. по 2016 г.
(приведенная к доллару 2016 г.)

ОСНОВНЫЕ ЭТАПЫ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ПРОГРАММЫ РАЗВИТИЯ ВОЗОБНОВЛЯЕМОЙ ЭНЕРГЕТИКИ В РОССИИ



ЦЕЛЬ ПРОГРАММЫ: развитие в стране научно-технологических компетенций с тем, чтобы через некоторое время не оказаться в этой перспективной области энергетики в полной технологической зависимости от зарубежных стран, освоение перспективных технологий, важных для пространственно-территориального развития страны, импортозамещения и выхода на мировой рынок с конкурентоспособными продуктами .

РАЙОНЫ ЦЕНТРАЛИЗОВАННОГО И ДЕЦЕНТРАЛИЗОВАННОГО ЭНЕРГОСНАБЖЕНИЯ, ЦЕНОВЫЕ, НЕЦЕНОВЫЕ ЗОНЫ ЭНЕРГОРЫНКА РФ И ИЗОЛИРОВАННЫЕ ЭНЕРГОРАЙОНЫ



➤ В России цены (тарифы) на отпускаемую потребителям энергию регулируются государством и существенно ниже, чем в Европе и других странах-импортерах энергии!

при этом

- Системы централизованного энергоснабжения охватывают только около 1/3 территории страны, куда доставка топлива обходится дорого, но дотируется из бюджета (> 1000 ДЭС)
- Государством сформулированы амбициозные задачи по опережающему развитию новых территорий (ТОРы), включая Арктику, Дальний Восток и др., освоение которых более эффективно при использовании ВИЭ (постепенное наращивание мощностей с меньшими капзатратами)

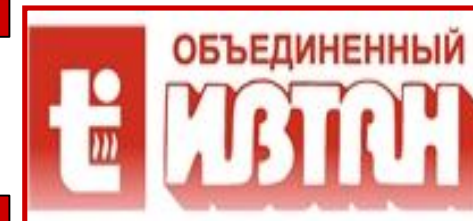
В России в течение последних 5-7 лет сформирован современный НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ КОМПЛЕКС СОЛНЕЧНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ (НПК СЭ)

Ключевые функции	Организации-участники
Фундаментальные исследования и разработка лабораторных технологий, подготовка кадров	
Прикладные исследования и разработка промышленных технологий изготовления ФЭП и ФЭМ	
Промышленное производство фотоэлектрических модулей	
Проектирование и сооружение солнечных электростанций и гибридных энергоустановок	

Трансфер технологий

Работа - лауреат премии Правительства РФ в области науки и техники 2018 г.

Эффективное практическое развитие солнечной энергетики должно опираться не только на технологические разработки, но и на расчетно-теоретические и экспериментальные исследования в обоснование проектирования, создания ФЭС и их эффективной эксплуатации



Реализация проекта обеспечила вхождение России в тройку стран-лидеров, освоивших промышленное производство ФЭМ с КПД > 20% !



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 сэкономят 45000 тонн органического топлива, предотвратив выброс более 135000 тонн CO₂. 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:



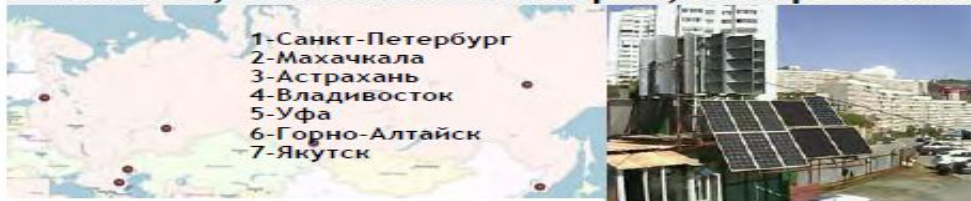
Пилотный проект автономной СЭС, 15 кВт, ФТИ им. А.Ф. Иоффе, 2012.



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



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



Сеть мониторинговых СЭС, Владивостокский государственный университет, 2014.



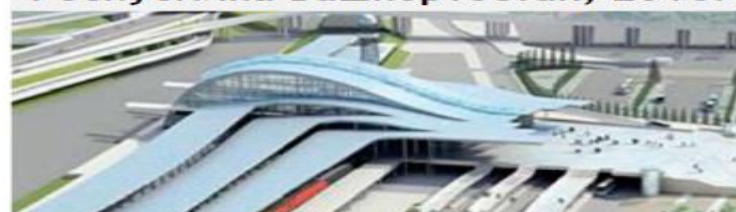
Кош-Агачская СЭС, 10 МВт, Республика Алтай, 2015.



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.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ГОТОВНОСТЬ В 2018 ГОДУ

ОТРАСЛИ ВЭ	Отбор проектов по ДПМ	Строительство электростанций	Освоение производства оборудования (локализация)	Реализация российских н/технических достижений	Экспорт российского оборудования и технологий
Солнечная энергетика	+	+	+	+	+ -
Ветро- энергетика	+	+	+ -	-	-
Перера- ботка отходов	+	+ -	-	-	-

Солнечная энергетика среди других технологий возобновляемой энергетики заняла лидирующее положение в России!

В результате реализации проекта «Хевел» Россия вошла в тройку стран-лидеров, освоивших пром. производство ФЭМ с кпд более 20%!

НОВЫЕ МОЩНОСТИ И ИНВЕСТИЦИИ ПО РАЗЫГРАННЫМ КОНКУРСАМ (до 2024 г.)

Типы ВИЭ	Объемы рынка, ГВт	Участники рынка
Солнечная энергетика	1,76 Инвестиции 175 млрд. руб.	ООО "Авелар Солар Технолоджи" <i>(ранее компания "Солар")</i> ПАО "Т Плюс" ООО "Солар Системс" ООО "Грин Энерджи Рус" Bright Capital
Ветроэнергетика	3,35 Инвестиции ок. 265 млрд. руб.	Роснано-Фортум Росатом Энел
Переработка ТКО	0,335 Инвестиции ок. 127 млрд. руб.	Ростех и Роснано

ПЛАНИРУЕМЫЕ МАСШТАБЫ ВВОДА МОЩНОСТЕЙ ВИЭ ПО КОНКУРСАМ ДПМ



ЛОКАЛИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА – ВАЖНЫЙ ФАКТОР РАЗВИТИЯ ВОЗОБНОВЛЯЕМОЙ ЭНЕРГЕТИКИ В РОССИИ

Виды генерирующих объектов	Год ввода в эксплуатацию	Целевой показатель степени локализации
Генерирующие объекты, функционирующие на основе энергии ветра	2016 год	25%
	2017 год	40%
	2018 год	55%
	с 2019 по 2024 год	65%
Генерирующие объекты, функционирующие на основе фотоэлектрического преобразования энергии солнца	с 2014 по 2015 год	50%
	с 2016 по 2024 год	70%
Генерирующие объекты, функционирующие на основе прочих возобновляемых источников энергии	с 2014 по 2015 год	20%
	с 2016 по 2017 год	45%
	с 2018 по 2024 год	65%

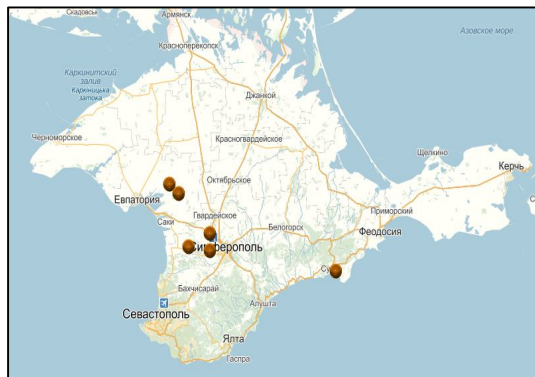
Солнечные электростанции и энергоустановки России

Суммарная мощность российских солнечных энергоустановок, обобщенных ГИС (без Крыма), около 600 МВт!

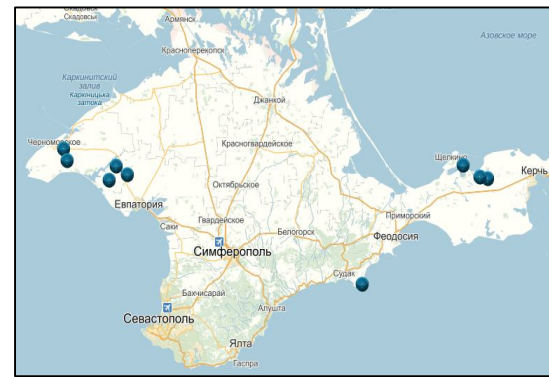
<http://gisre.ru/maps/maps-obj/ses>



Солнечные электростанции Крыма 400 МВт



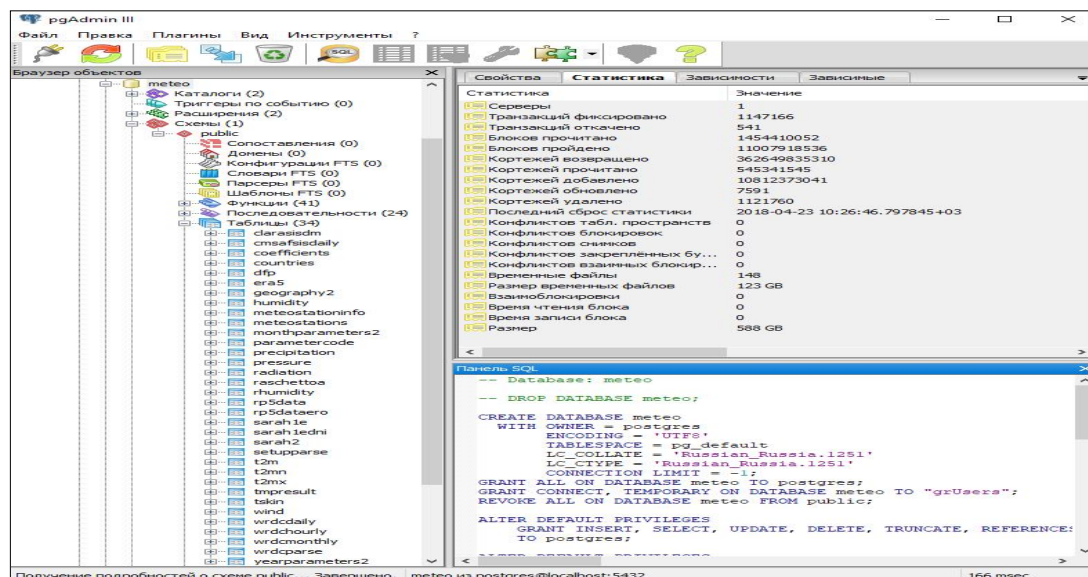
Ветровые электростанции Крыма около 80 МВт



НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЕ ЗАДЕЛЫ ОИВТ РАН В ОБЛАСТИ СОЛНЕЧНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ

- 1. База климатических и актинометрических данных для территории России – база исходных данных, без которой невозможно проведение энергетического и технико-экономического анализа объектов солнечной энергетики,**
- 2. Базы графиков (суточных, сезонных) энергетических нагрузок различных типовых потребителей энергии (электрические, тепловые),**
- 3. Математические модели и программные средства для динамического моделирования различных конфигураций энергоустановок на ВИЭ, инженерные методы расчета энергоустановок,**
- 4. Разработка и создание ряда ключевых компонентов и прототипов перспективных энергоустановок,**
- 5. Комплекс стендов и экспериментальных установок для лабораторных и натурных испытаний,**
- 6. Научно-техническое сотрудничество с потенциальными индустриальными партнерами и научными центрами**

БАЗА АКТИНОМЕТРИЧЕСКИХ И КЛИМАТИЧЕСКИХ ДАННЫХ ОИВТ РАН ДЛЯ ТЕРРИТОРИИ РОССИИ



Особенности базы данных:

- Объем базы > 800 ГБ, размещена на лабораторном сервере.
- База покрывает всю территорию РФ и близлежащих стран (более 14000 тыс. географических точек с разрешением до 0,5×0,5 град. + около 878 конкретных населенных пунктов),
- Содержит ряды более чем 30-летних **часовых** последовательностей данных (потoki солнечной радиации на различные поверхности, температура, скорость ветра на разных высотах, влажность воздуха и др.),
- Имеет разработанный удобный интерфейс для извлечения данных и взаимодействия с используемыми программными продуктами для моделирования,
- **ОИВТ РАН сегодня является фактически единственным в России обладателем столь детальной верифицированной базы данных для солнечной энергетики,**
- Ведется работа по оформлению базы как коммерческого продукта.

Обобщены и верифицированы данные:

- Мирового центра радиационных данных
- метеостанций проекта «Расписание погоды»
- проекта NASA POWER
- Европейской системы мониторинга климата по спутниковым данным (базы данных SARAH, SARAH-E, CLARA-A)
- Европейского центра среднесрочного прогноза погоды (база данных ERA5)

Разработаны:

- программные средства для чтения данных в заданной точке для заданного периода времени, генерацию временного ряда часовых климатических данных, передачу его системе моделирования энергоустановки и запуск процесса моделирования с последующей обработкой результатов
- программа, позволяющая выполнять выборку данных непосредственно из архивных файлов.

Климатологическая База Данных по России

Справка: Метео-База О программе Выход

20° 30° 40° 50° 60° 70° 80° 90° 100° 110° 120°

80° Шлибберген (Норв.)

60° ШВЕЦИЯ ФИНЛЯНДИЯ

50° ПОЛЬША БЕЛОРУССИЯ

Гигант Астрахань

Объединенный институт высоких температур Российской Академии Наук

МГУ имени М.В. Ломоносова 1755

База климатологических данных для территории Российской Федерации

(РАЗРАБОТАНО В РАМКАХ ФЕДЕРАЛЬНОЙ ЦЕЛЕВОЙ ПРОГРАММЫ «НАУЧНЫЕ И НАУЧНО-ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ КАДРЫ ИННОВАЦИОННОЙ РОССИИ» НА 2009-2013 ГОДЫ)

ИСТОЧНИКИ ДАННЫХ

RETScreen наземные измерения

NASA SSE космические измерения

Далее

ГЕОГРАФИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ МГУ имени М.В. Ломоносова

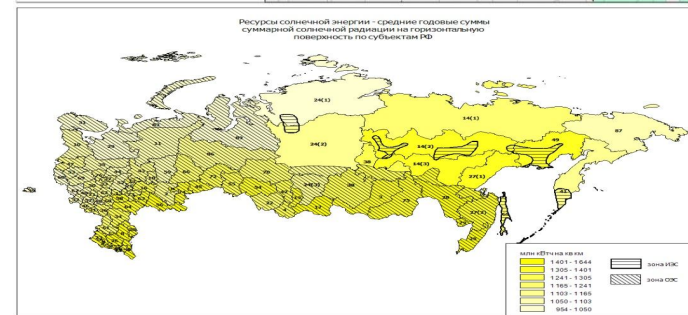
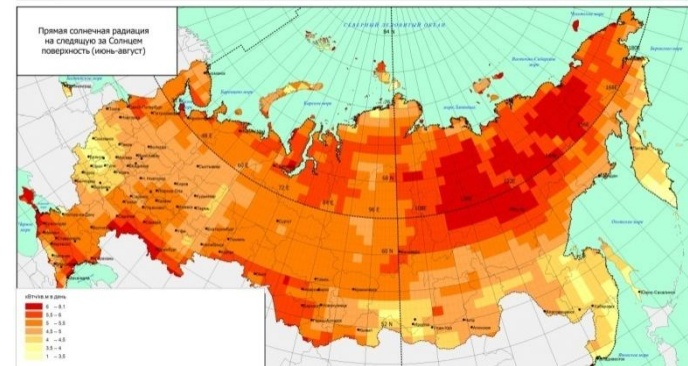
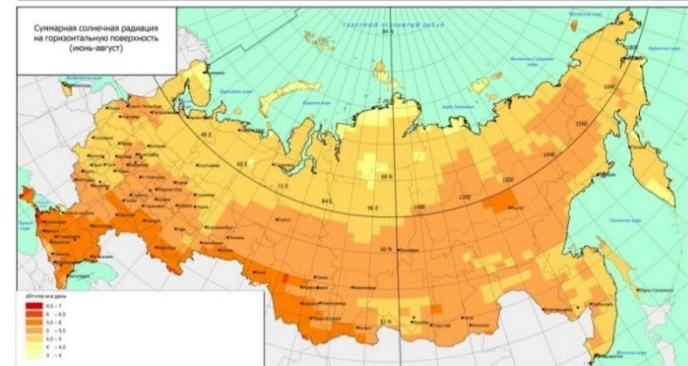
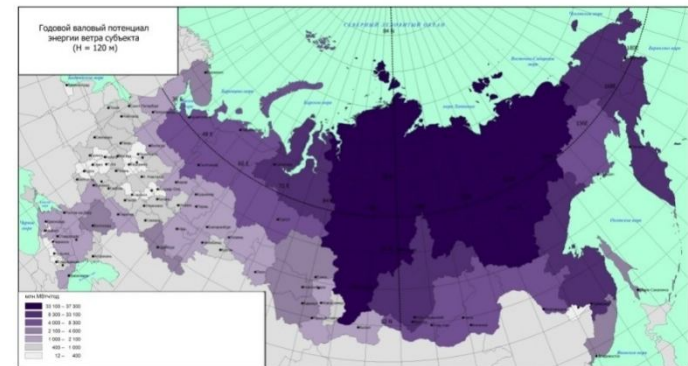
ШКОЛА ЭКОНОМИКИ

Институт Энергетики

Объединенный институт

АТЛАС РЕСУРСОВ ВОЗОБНОВЛЯЕМОЙ ЭНЕРГИИ НА ТЕРРИТОРИИ РОССИИ

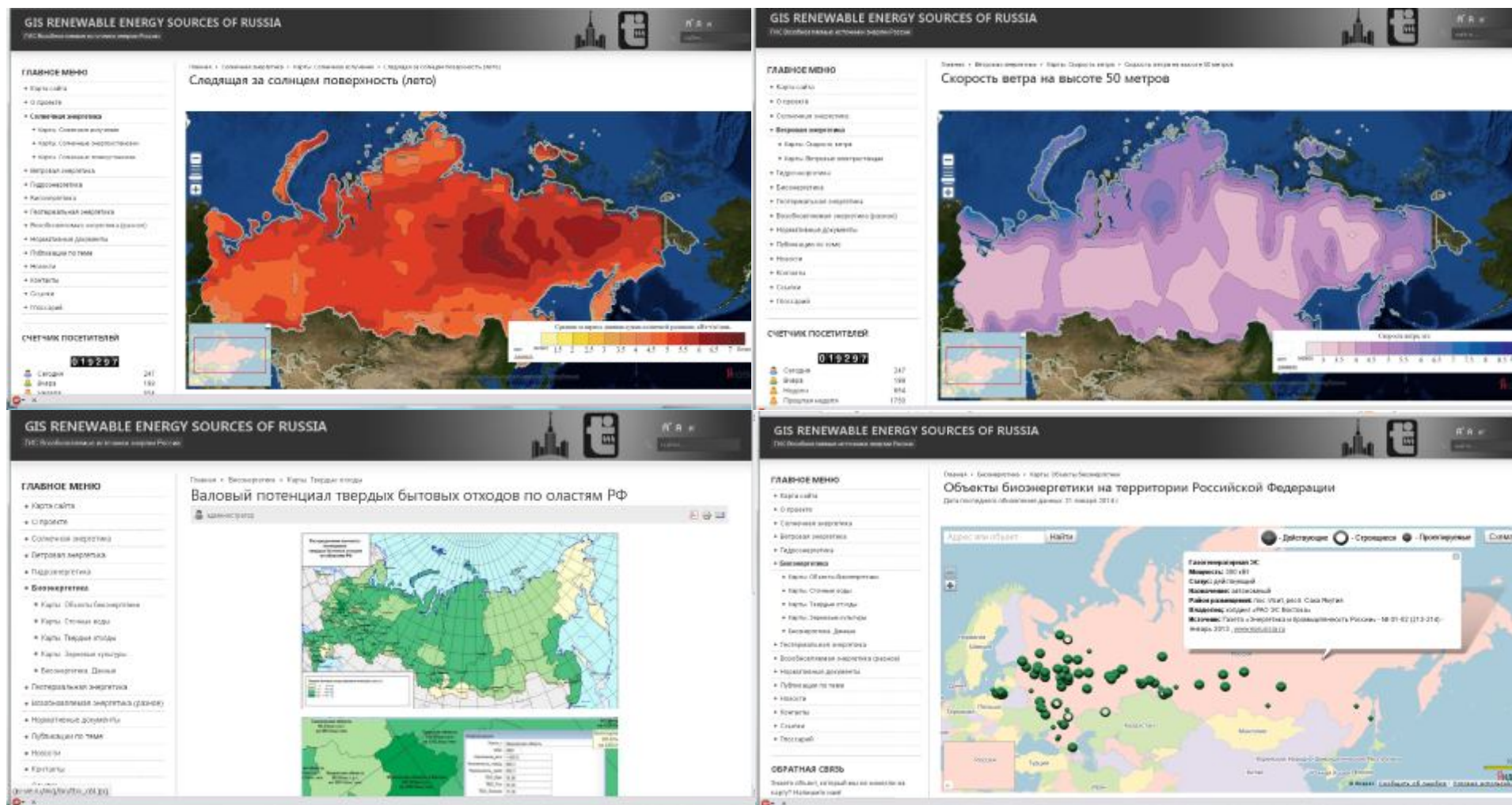
Москва 2015



ГЕОИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА (ГИС) «ВОЗОБНОВЛЯЕМЫЕ ИСТОЧНИКИ ЭНЕРГИИ РОССИИ»



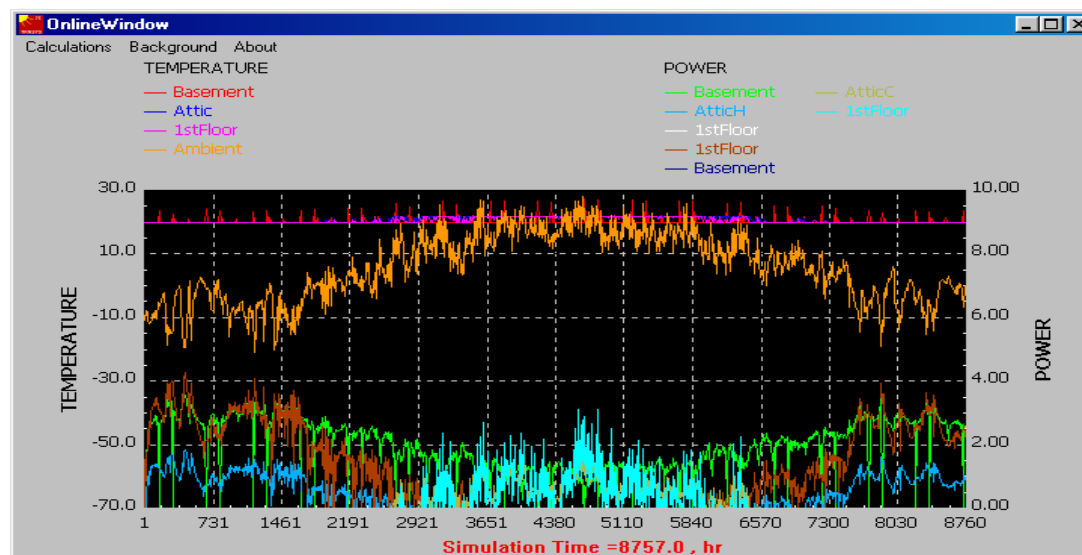
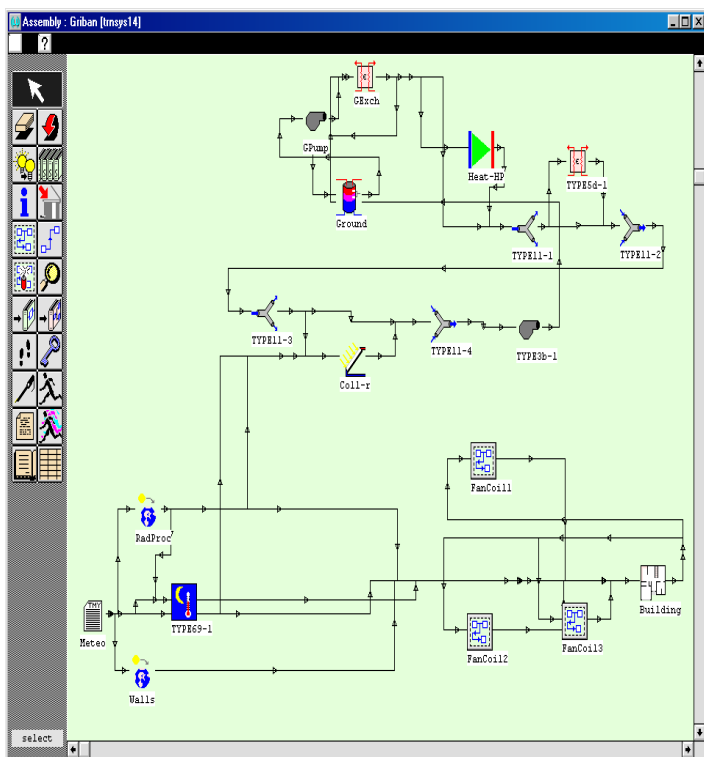
Разработанная ОИВТ РАН совместно с Географическим факультетом МГУ им. М.В. Ломоносова ГИС «Возобновляемые источники энергии России» (www.gisre.ru) через Интернет предоставляет потребителям из различных секторов экономики, науки и образования большой массив картографических данных о ресурсах различных видов возобновляемых ресурсов в регионах России, действующих и проектируемых объектах возобновляемой энергетики, научных, образовательных и производственных организациях, занимающихся исследованиями и разработками в данном секторе энергетики.



МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ И ПРОГРАММНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ДИНАМИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ РАЗЛИЧНЫХ КОНФИГУРАЦИЙ ЭНЕРГОУСТАНОВОК НА ВИЭ, ИНЖЕНЕРНЫЕ МЕТОДЫ РАСЧЕТА ЭНЕРГОУСТАНОВОК

TRNSYS –

лицензионная программа динамического моделирования установок возобновляемой энергетики, используемая ведущими мировыми научными центрами в области ВИЭ



СЕТЬ МОНИТОРИНГОВЫХ (ИСПЫТАТЕЛЬНЫХ) ЦЕНТРОВ НА ТЕРРИТОРИИ РОССИИ

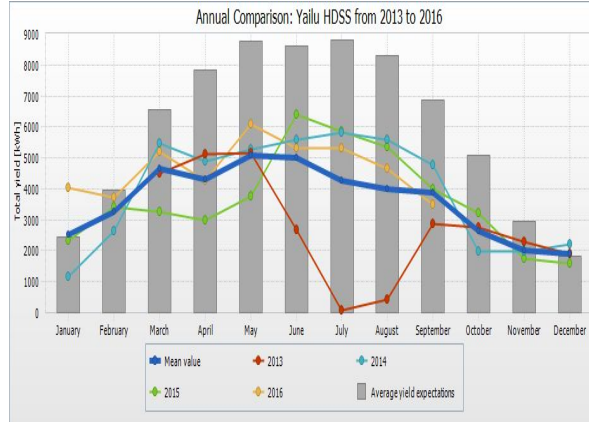


В ОИВТ РАН (Москва) создана экспериментально-стендовая база для натуральных сравнительных испытаний ФЭМ различных производителей и энергоустановок на их основе.

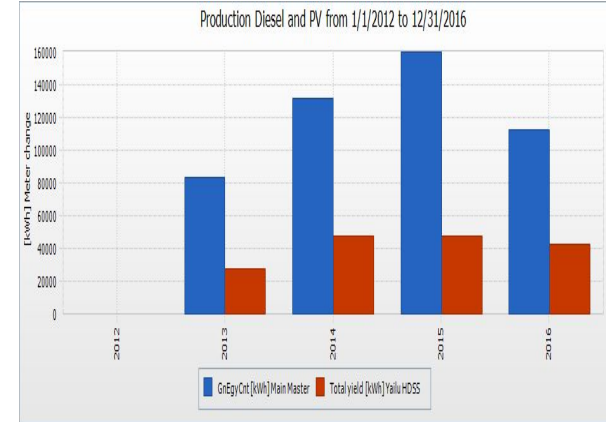
ОИВТ РАН участвует в мониторинге экспериментальных установок, входящих в сеть.

Этим обеспечивается возможность получения реальных эксплуатационных характеристик ФЭМ и учета их в разрабатываемых математических моделях ФЭС.

Мониторинг работы автономных солнечно-дизельных электростанций в Яйлю и Мензе



Сравнение ожидаемой и наблюдаемой выработки солнечной батареи



Данные о выработке дизель-генератора и солнечной батареи за 2013-2016 гг. (по данным портала удаленного мониторинга SMA Solar Technology AG www.sunnyportal.de)

pgAdmin III

Файл Правка Плагины Вид Инструменты ?

Браузер объектов

- Группы серверов
 - Серверы (1)
 - PostgreSQL 9.5 (localhost:5432)
 - Базы данных (5)
 - experiment
 - Каталоги (2)
 - Триггеры по событию (0)
 - Расширения (1)
 - Схемы (1)
 - public
 - Сопоставления (0)
 - Домены (0)
 - Конфигурации FTS (0)
 - Словари FTS (0)
 - Парсеры FTS (0)
 - Шаблоны FTS (0)
 - Функции (0)
 - Последовательности (0)
 - Таблицы (14)
 - Триггерные функции (0)
 - Представления (0)
 - Репликация Slony (0)

Таблицы базы данных результатов экспериментальных исследований и результатов мониторинга работы автономной солнечно-дизельной электростанции в поселке Яйлю (Республика Алтай)

Таблица	Владелец	Комментарий
analysis	postgres	
battery 1	postgres	Battery Voltage – SoC
battery 2	postgres	SoC, SoH
battery 3	postgres	Diesel and PV Power
battery 4	postgres	State of Charge Error and Battery Temperatures
houryailuhdss	postgres	
insoltemp1	postgres	Таблица для данных Insolation – Power – Temperatures (Power PV-Generator-Insolation)
insoltemp2	postgres	
insoltemp3	postgres	Таблица для данных Insolation – Power – Temperatures (Insolation – Temperatures)
parametercode	postgres	
power	postgres	
setupparse	postgres	
si5048722	postgres	
si5048806	postgres	

Получение подробностей о таблицах... Завершено.

experiment из postgres@localhost:5432 0 msec

РАЗРАБОТКА И СОЗДАНИЕ РЯДА КЛЮЧЕВЫХ КОМПОНЕНТОВ И ПРОТОТИПОВ ПЕРСПЕКТИВНЫХ ЭНЕРГОУСТАНОВОК

Опытные образцы автономных светосигнальных устройств с различными накопителями энергии



Литий-ионный,
LiC6||LiFePO4



Свинцово-кислотный, герметизированный



Литий-ионный,
Li4Ti5O12||LiNMC

Образец портативной (переносной) фотоэлектрической энергоустановки для условий Арктики

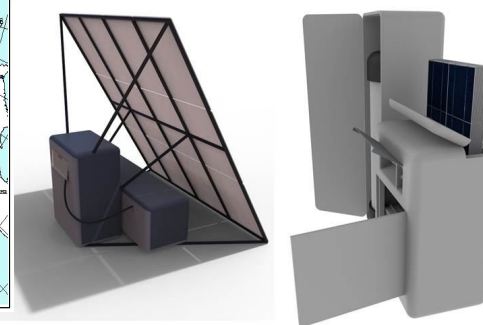
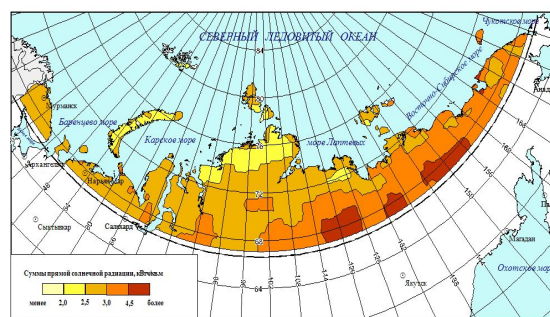
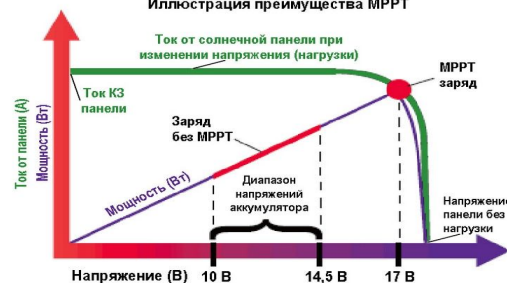
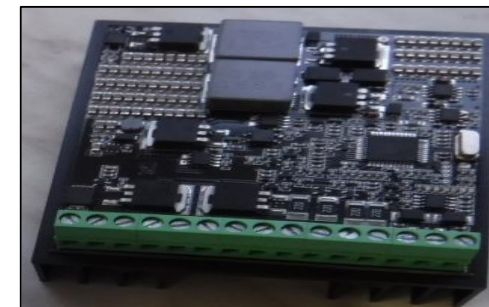
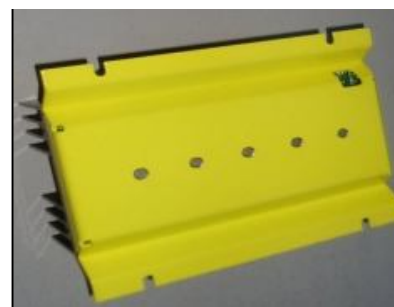


Иллюстрация преимущества MPPT

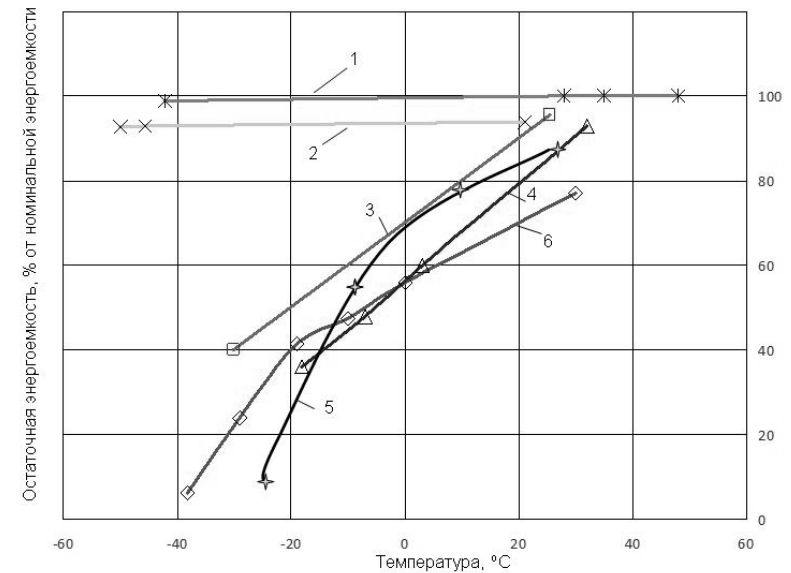


Опытные образцы MPPT-контроллеров заряда для C6||LiFePO4 аккумуляторных батарей



КОМПЛЕКС СТЕНДОВ И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ УСТАНОВОК ДЛЯ ЛАБОРАТОРНЫХ И НАТУРНЫХ ИСПЫТАНИЙ

Экспериментальный комплекс на базе климатической камеры для климатических испытаний различных накопителей энергии

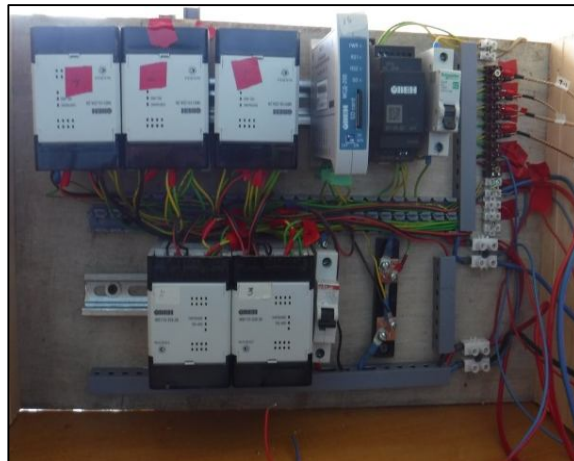


1 – суперконденсатор TPS-16-500, ток 105 С, 2 – суперконденсатор LSMtron 500 F 16 V, ток 105 С; 3 – Литий-ионный железо-фосфатный аккумулятор Sinopoly 200 АhA, ток 0,05 С; 4 – Литий-ионный железо-фосфатный аккумулятор Sinopoly 200 АhA, ток 0,5 С; 5 – Литий-ионный титанатный аккумулятор Tiankang 16 Ah, ток 0.25 С; 6 – Никель-кадмиевый аккумулятор Ni-Cd KGL 200 P, ток 0,2 С.

Накопители энергии играют важную роль в стабилизации работы как сетевых, так и автономных энергоустановок на основе ВИЭ. В ОИВТ РАН создана экспериментальная база для проведения функциональных, климатических и ресурсных испытаний, включающая в себя два мощных анализатора химических источников тока (1500-1750 Вт), три 8-канальных маломощных анализатора для испытаний единичных аккумуляторов (до 10 Вт), климатическая камера КХТ 450 М



Стенд ресурсных испытаний ФЭП и минимодулей с использованием климатической камеры



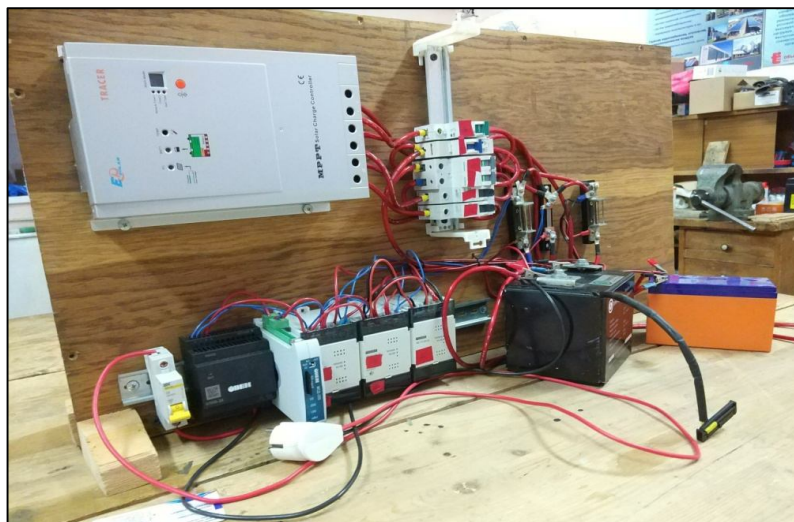
Стенд изготовления и испытаний топливных элементов



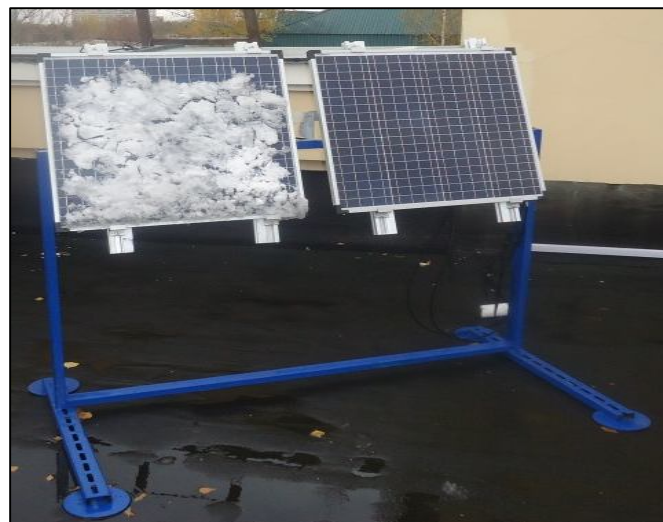
Стенд испытаний инверторов и гибридных схем аккумулирования выработки солнечных батарей мощностью до 7 кВт (совместно с лаб. 2.1.2.1 (Беляев И.А))



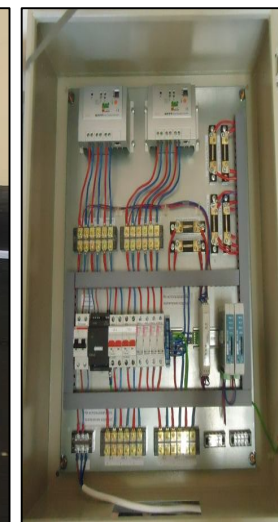
Стенд испытаний макетов проточных редокс-накопителей



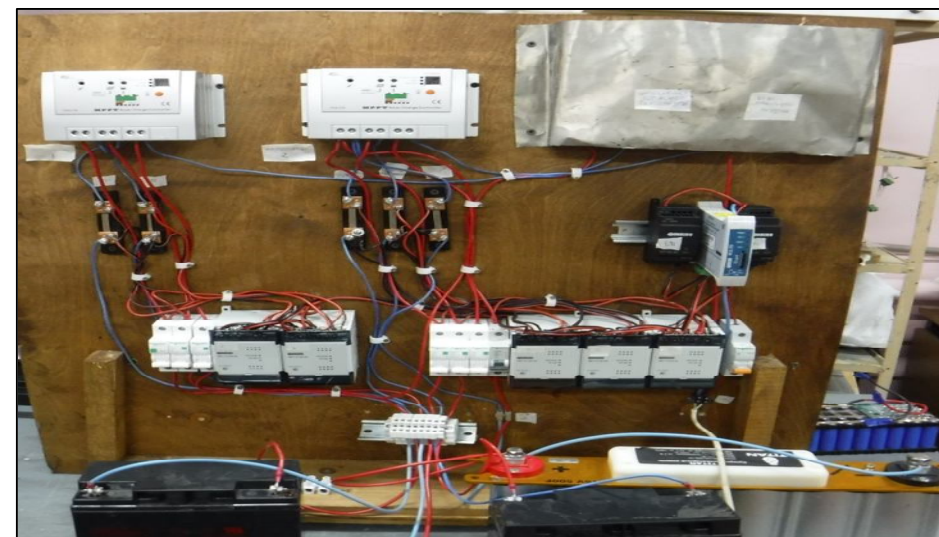
Стенд испытаний гибридных накопителей энергии («ГНЭ»)



Стенд испытаний фотоэлектрических модулей («Грязь») (на площадке МГУ)



Стенд испытаний фотоэлектрических водонагревателей



Стенд испытаний суперконденсаторных накопителей в стационарных ФЭС

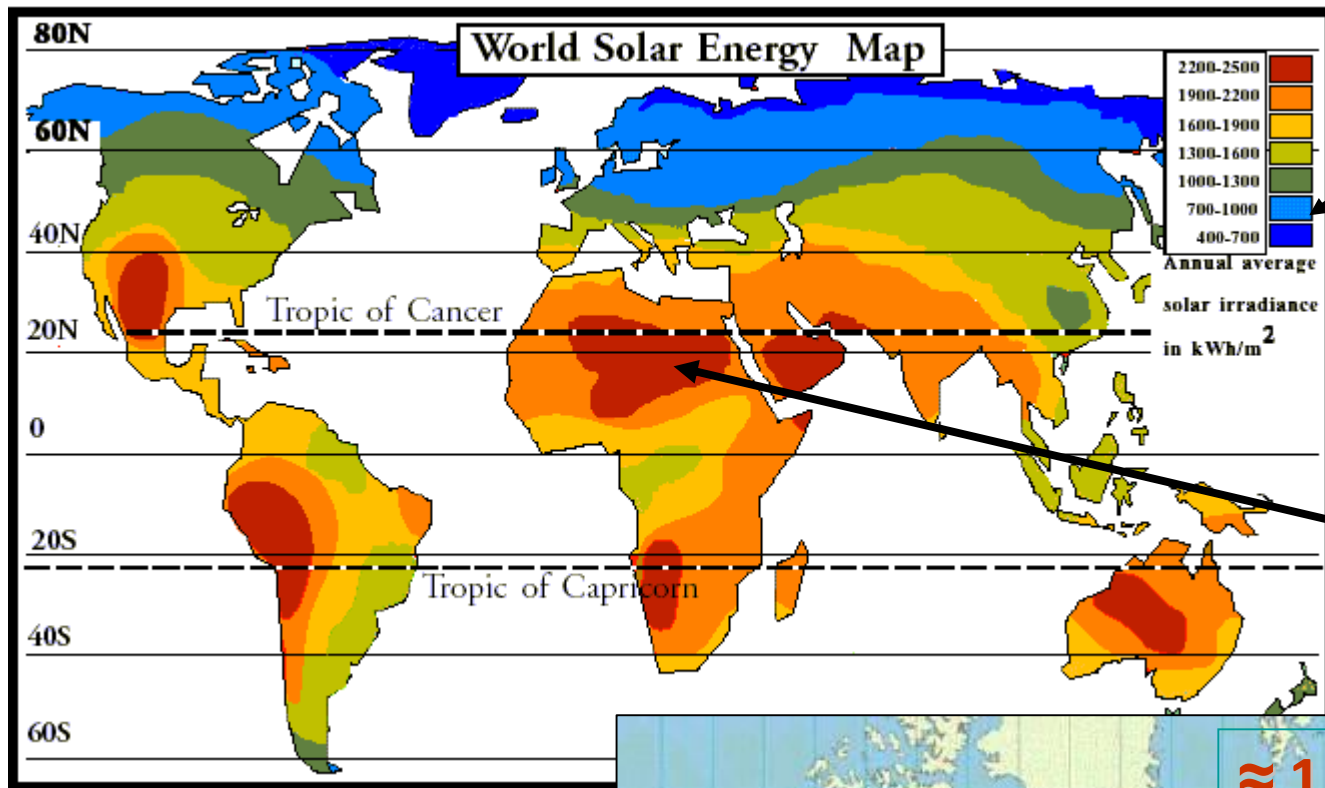
НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ СОТРУДНИЧЕСТВО ОИВТ РАН В ОБЛАСТИ СОЛНЕЧНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ С НАУЧНЫМИ ЦЕНТРАМИ И ПОТЕНЦИАЛЬНЫМИ ИНДУСТРИАЛЬНЫМИ ПАРТНЕРАМИ

НАУЧНЫЕ ЦЕНТРЫ



ИНДУСТРИАЛЬНЫЕ ПАРТНЕРЫ



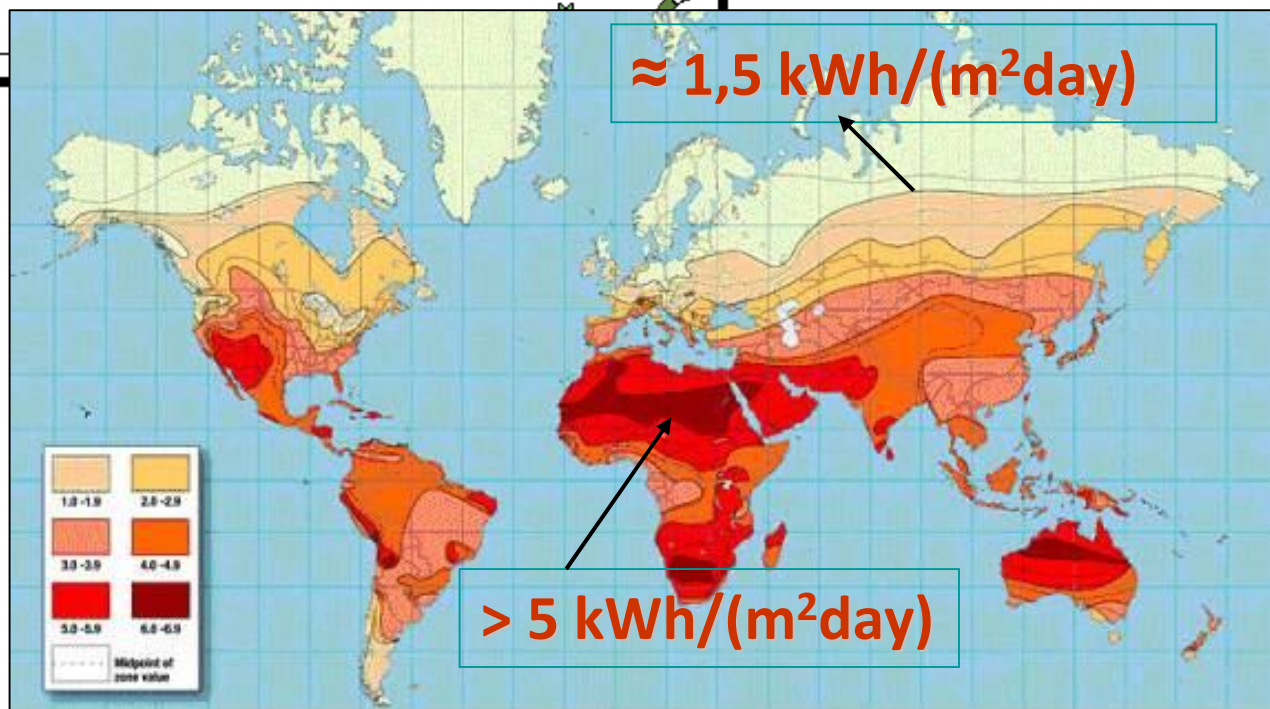


< 1 MWh/(m²y)

Типичные карты
мирового распределения
ресурсов солнечной
энергии в Интернете

2-2,5 MWh/(m²y)

**Россия –
бесперспективный
для практического
использования
солнечной энергии
регион ?!**



Приведенные карты вводят в заблуждение!!!

Так ли безнадежны районы, расположенные в средних и высоких широтах, с точки зрения снижения ресурсов солнечной энергии для ее возможного эффективного использования?

Рассмотрим проблему более внимательно.

1. Суммарные продолжительности дней и ночей для любой географической точки земного шара за год одинаковы! Т.о. с точки зрения суммарной за год продолжительности солнечного сияния географическое положение не имеет значения. С ростом широты увеличивается продолжительность солнечного сияния в теплое полугодие и сокращается в холодное полугодие. Если бы атмосфера отсутствовала, то поступление энергии солнечного излучения на ориентированную на Солнце следящую ед. поверхность за год для любой точки З.Ш. было бы одинаково.
2. Основная причина снижения прихода солнечной энергии – поглощение и рассеивание солнечного излучения в атмосфере. В более высоких широтах длина пути солнечного луча в атмосфере к земной поверхности больше и потери потенциально больше.
3. Крайне важен выбор ориентации приемника для максимального «сбора» солнечной энергии! Максимум – для следящего приемника, для неподвижного – оптимальный угол наклона к горизонту!

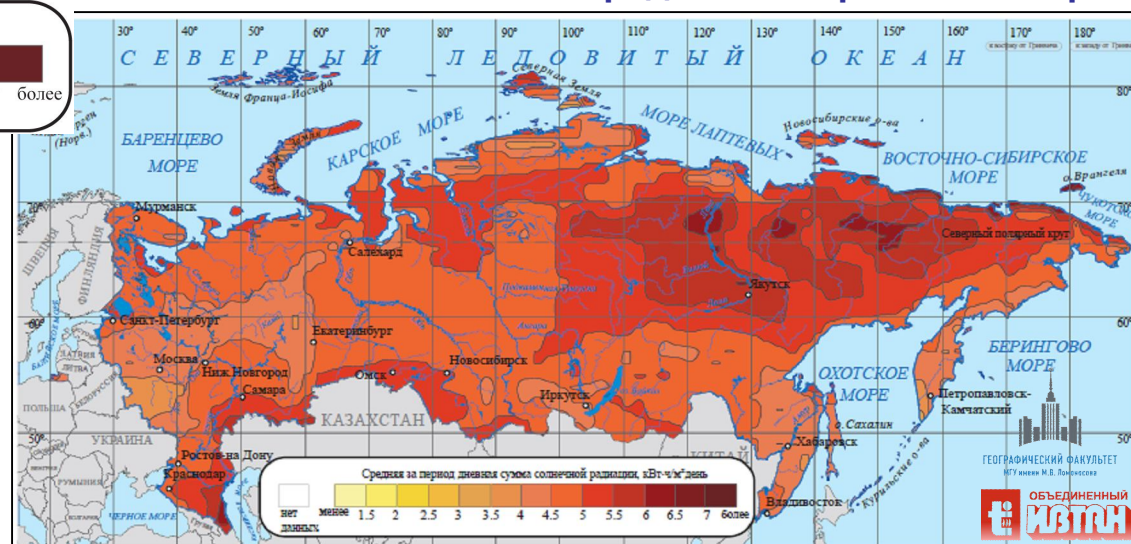
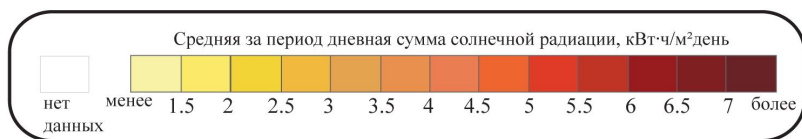
На приведенных ранее картах – излучение на горизонтальную площадку!

ПОСТУПЛЕНИЕ СОЛНЕЧНОЙ ЭНЕРГИИ НА СЛЕДЯЩУЮ ЗА СОЛНЦЕМ ПОВЕРХНОСТЬ В ЕВРОПЕ И В РОССИИ

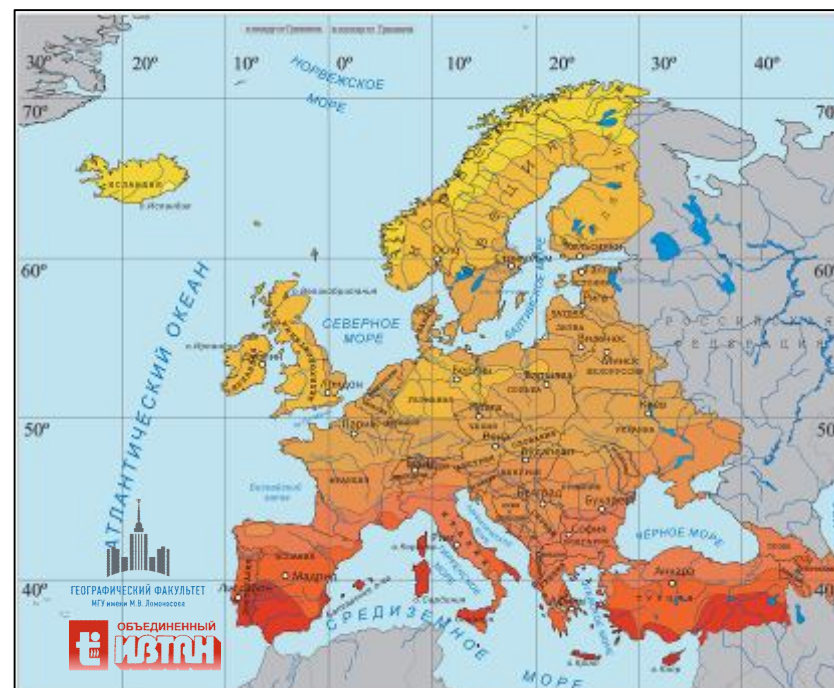
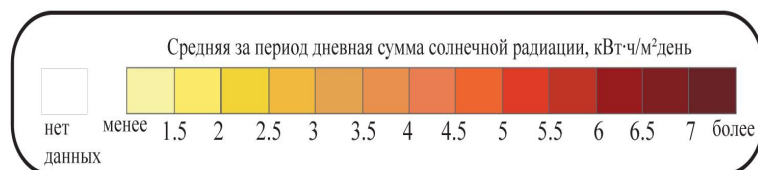
Среднее за год



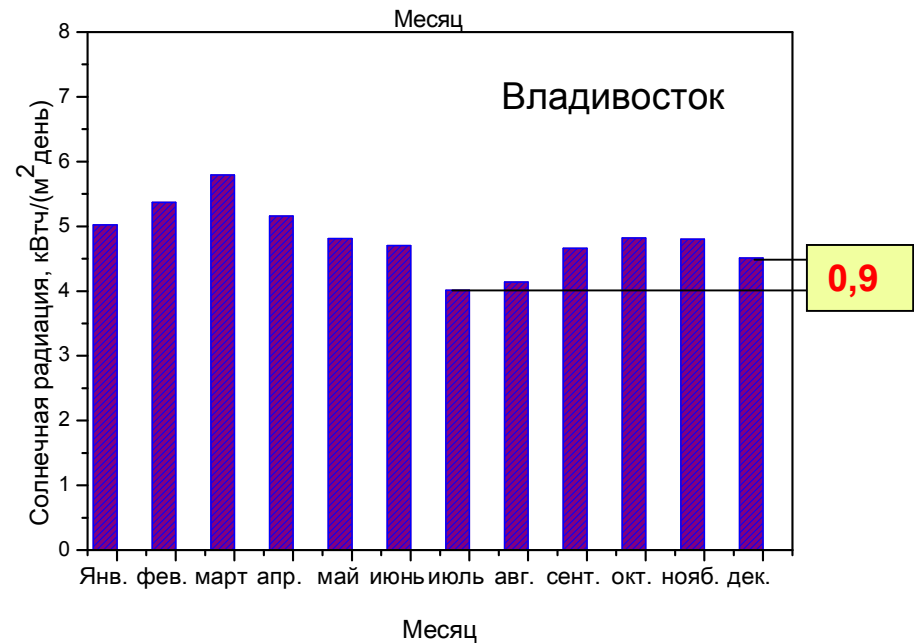
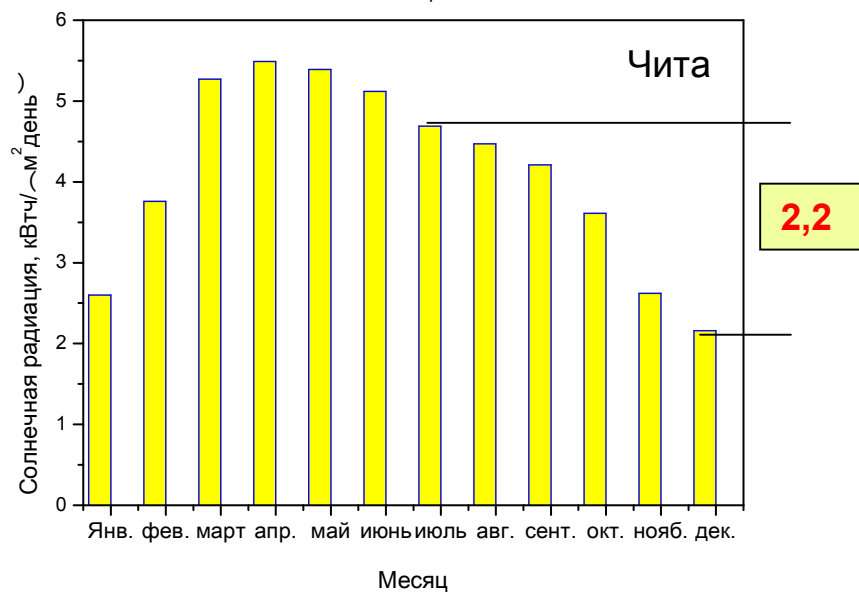
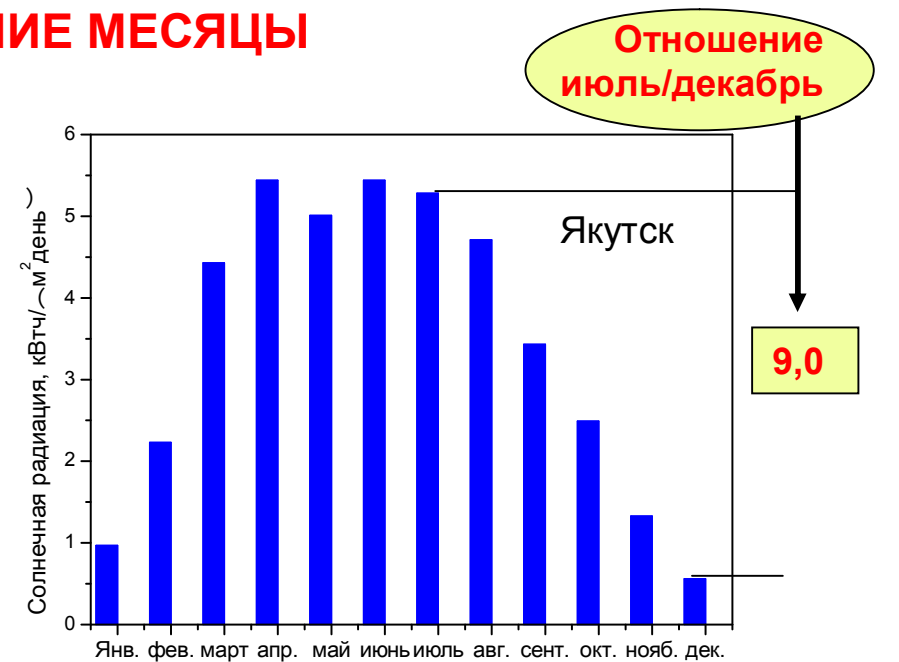
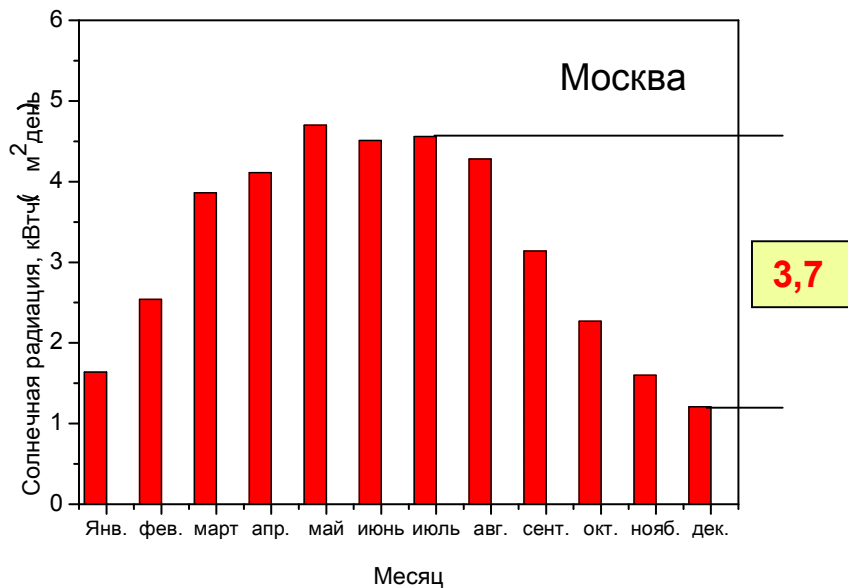
Среднее за апрель-сентябрь



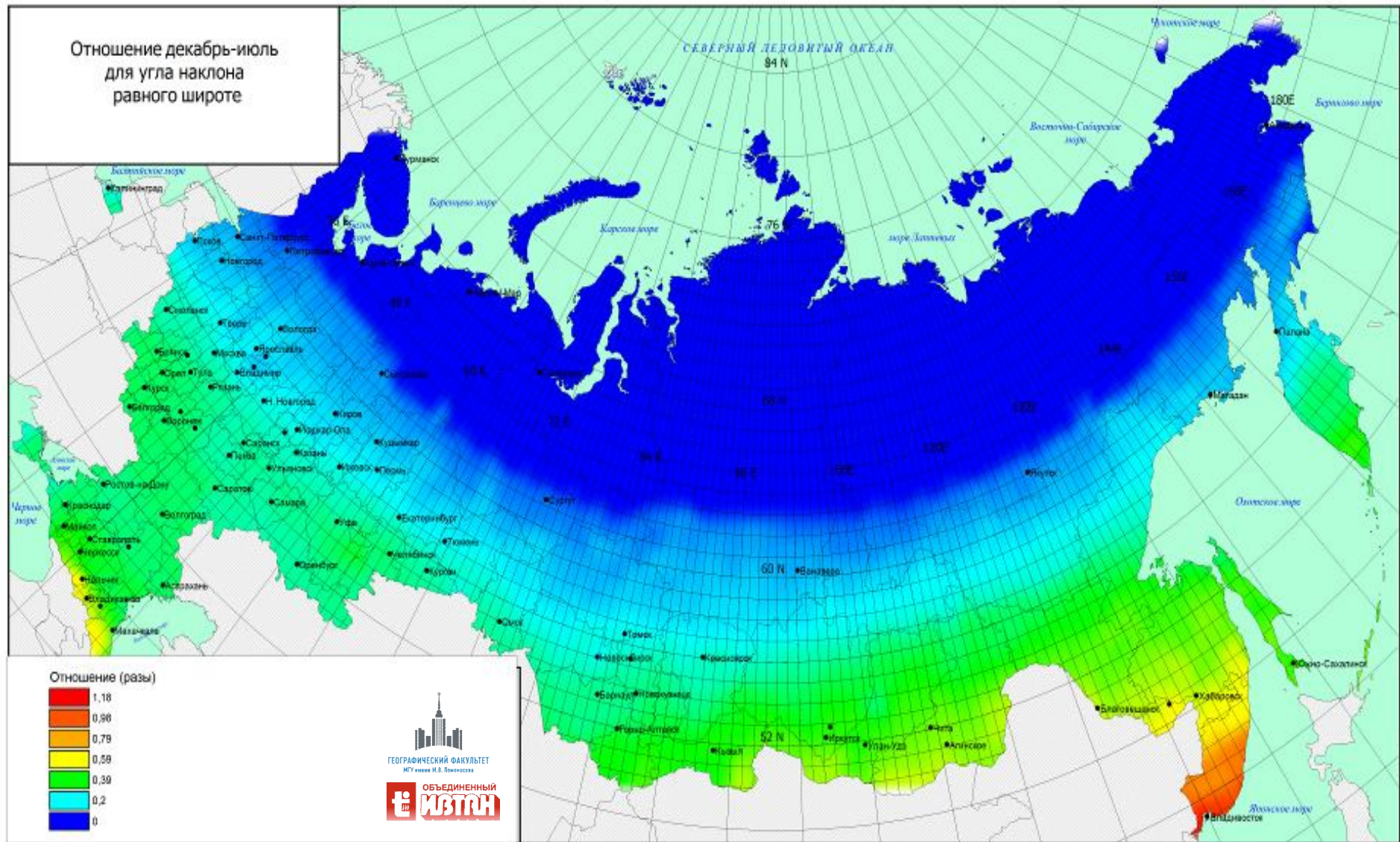
Суммарная среднедневная солнечная радиация на наклонную поверхность южной ориентации с углом наклона равным широте местности (год)



НЕРАВНОМЕРНОСТЬ ПОСТУПЛЕНИЯ СОЛНЕЧНОЙ ЭНЕРГИИ В ЛЕТНИЕ И ЗИМНИЕ МЕСЯЦЫ

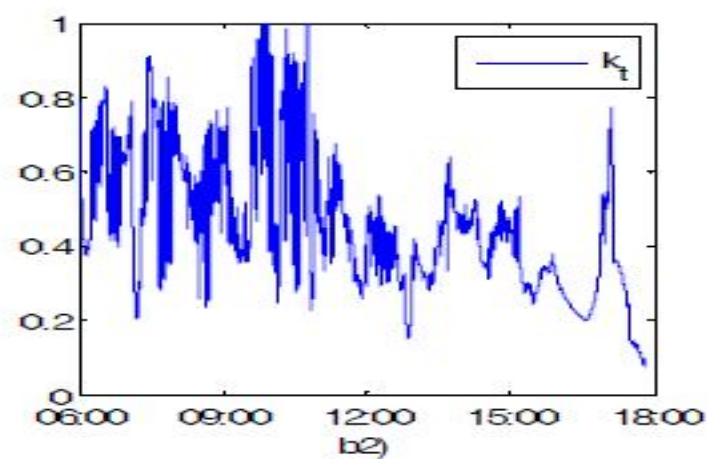
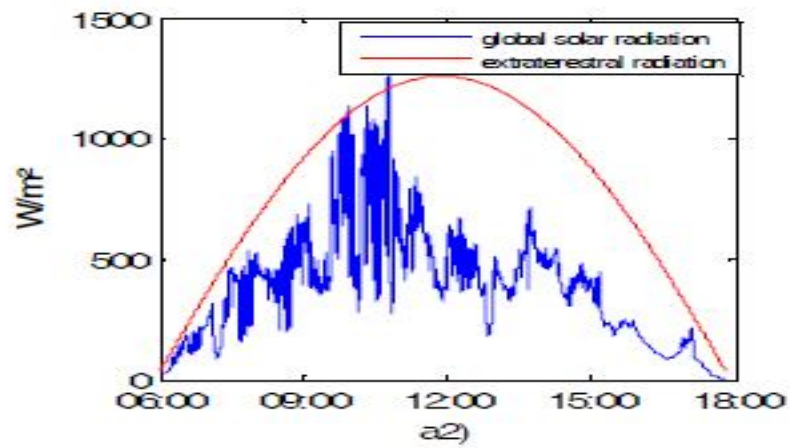
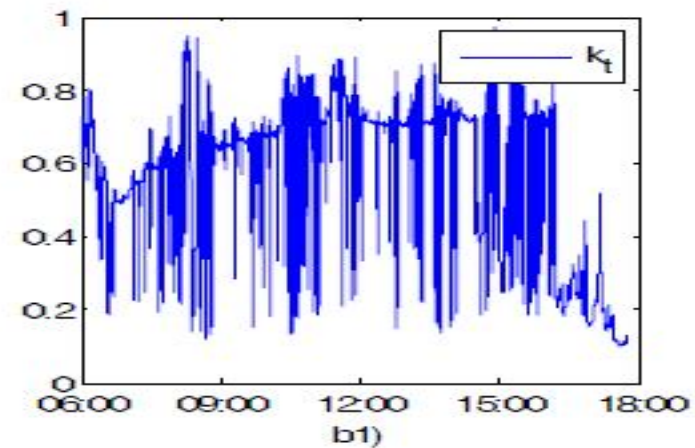
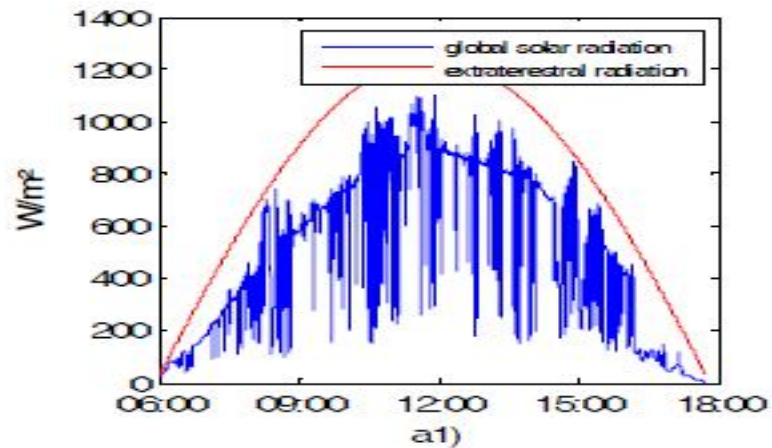


НЕРАВНОМЕРНОСТЬ ПОСТУПЛЕНИЯ СОЛНЕЧНОЙ ЭНЕРГИИ В ЛЕТНИЕ И ЗИМНИЕ МЕСЯЦЫ



Для многих регионов России требуется использование аккумуляторов длительного (сезонного) хранения энергии (водород, сжатый воздух, проточные накопители, малые ГАЭС)!

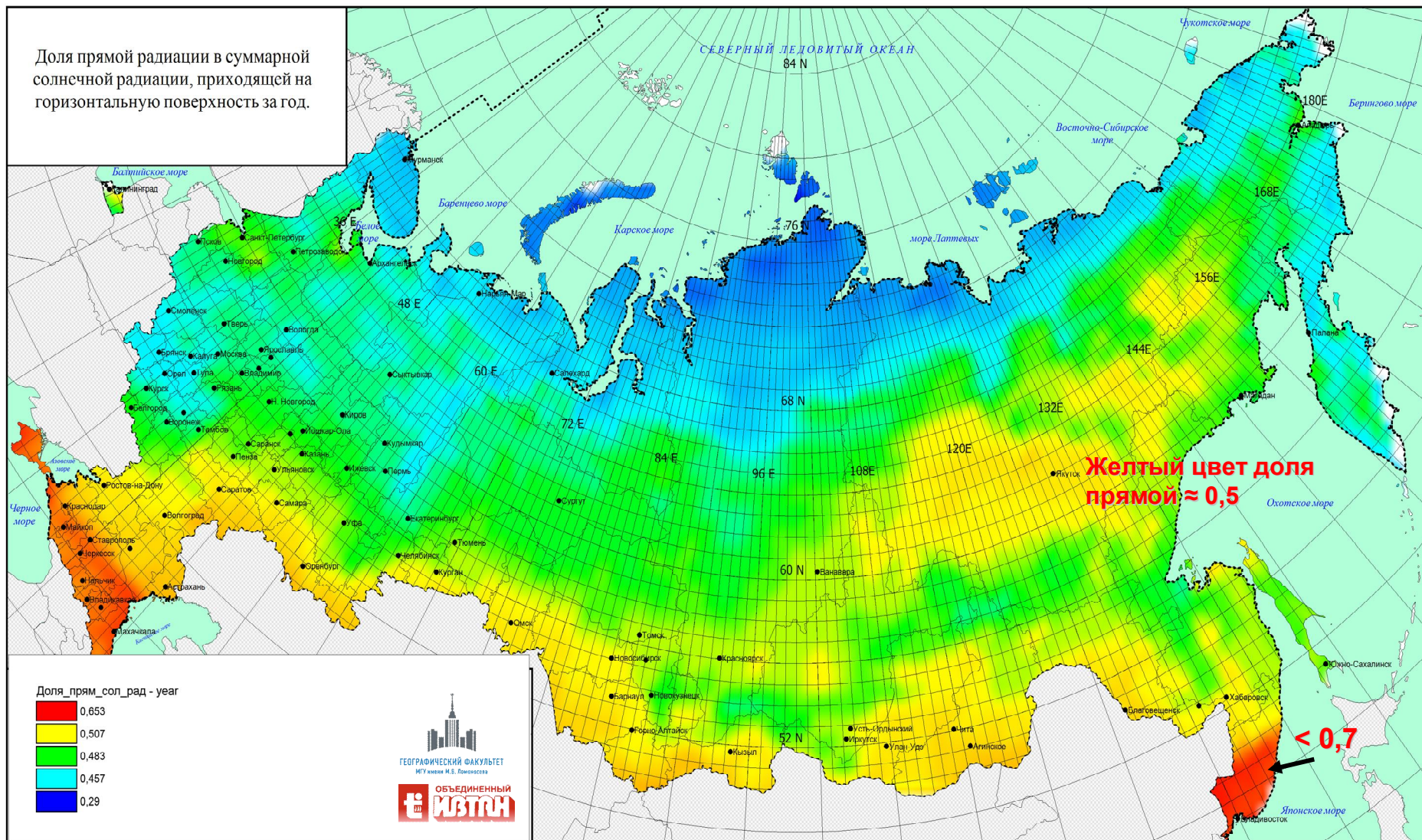
ДНЕВНАЯ НЕСТАБИЛЬНОСТЬ ПОСТУПЛЕНИЯ СОЛНЕЧНОЙ ЭНЕРГИИ



Для регулирования суточной неравномерности генерации энергии требуются накопители энергии краткосрочного хранения (от суперконденсаторов до различных э/х аккумуляторов)!

ДОЛЯ ПРЯМОЙ РАДИАЦИИ В СУММАРНОЙ СОЛНЕЧНОЙ РАДИАЦИИ (горизонтальная поверхность, среднее за год)

(концентрации поддается лишь прямая составляющая солнечного излучения!, что оказывает решающее влияние на выбор технологии преобразования солнечной энергии)

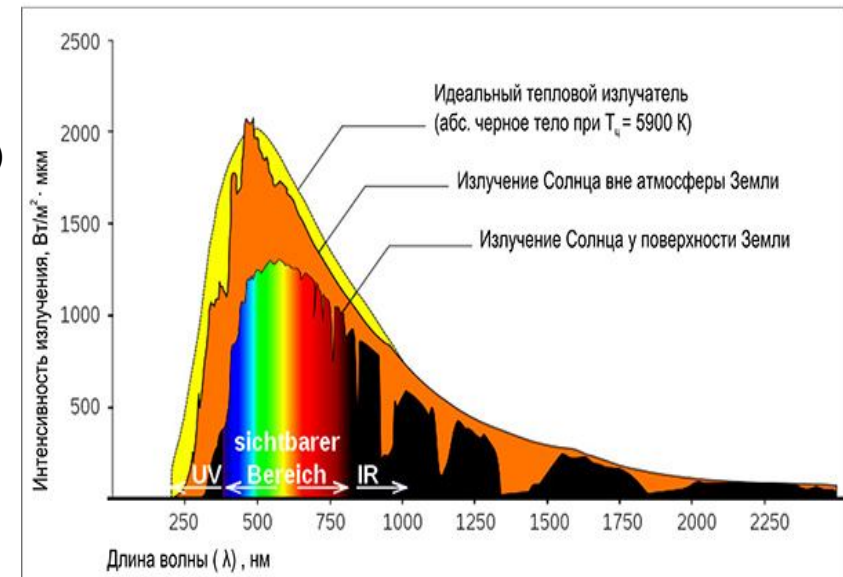


ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СОЛНЕЧНОЙ ЭНЕРГИИ

С термодинамической точки зрения солнечное излучение – высокоэнергетический поток энергии, эквивалентный потоку излучения от черного тела с температурой около **6000 К**, (энергия квантов **10-100 эВ**) который может быть преобразован в другие виды энергии с высокой эффективностью.

Недостаток - относительно низкая плотность энергетического потока:

- за пределами атмосферы $1,4 \text{ кВт/м}^2$
- на поверхности земли – до $1,0 \text{ кВт/м}^2$ в полдень в ясный день, в среднем по суткам – $200\text{-}350 \text{ Вт/м}^2$



Активные фундаментальные и поисковые исследования ведутся в интересных областях

- **преобразования солнечной энергии в химическую** (фотосинтез топлив, фоторазложение воды, фотовосстановление углекислого газа и др.);
- **создания лазеров с солнечной накачкой** (космос)
- **использования солнечного излучения для детоксификации** сточных вод;
- **для нагрева воды, сушки с/х продукции** и многое другое.

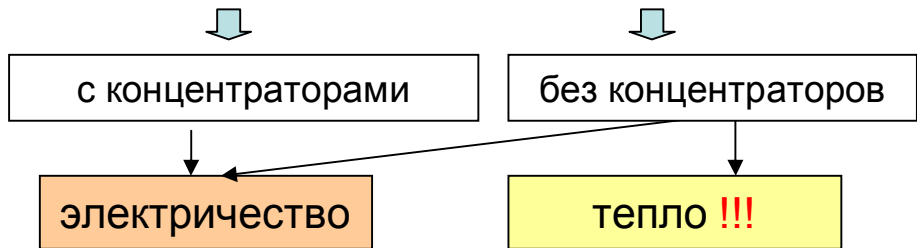
**Наиболее коммерчески привлекательные
энергетические технологии использования
солнечной энергии**

**преобразование
в электроэнергию**

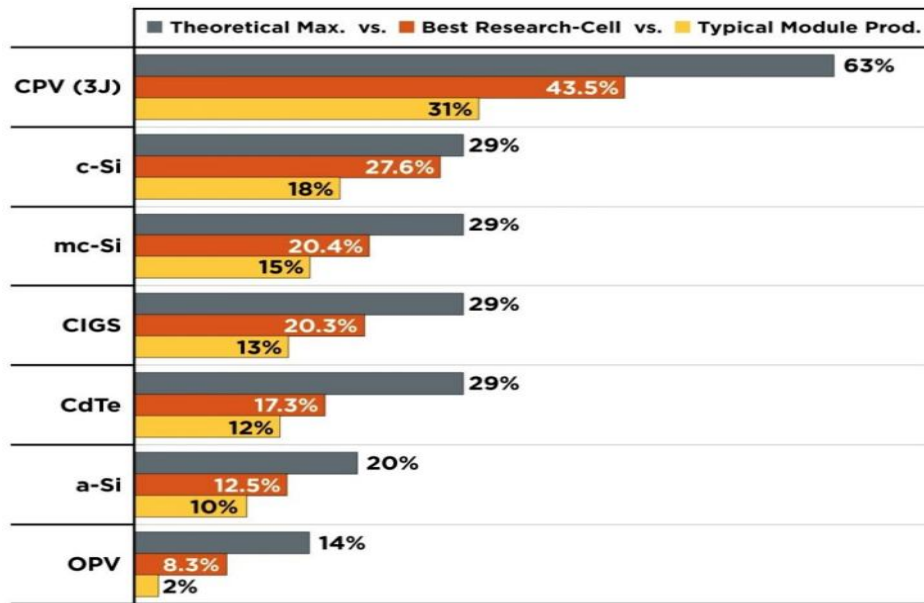
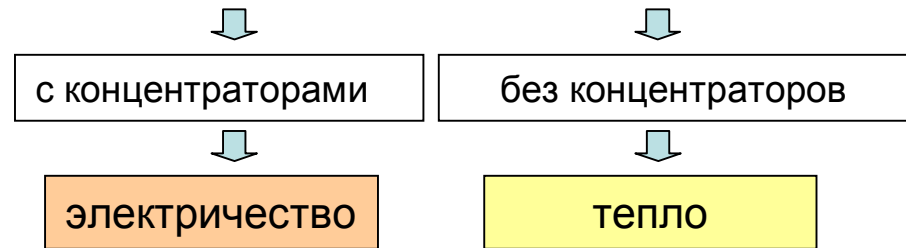
**преобразование
в тепловую энергию**

ОСНОВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ СОЛНЕЧНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ, НАШЕДШИЕ ШИРОКОЕ ПРАКТИЧЕСКОЕ ПРИМЕНЕНИЕ

ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКОЕ ПРЕОБРАЗОВАНИЕ



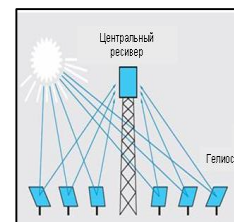
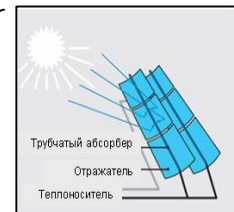
ТЕПЛОВОЕ ПРЕОБРАЗОВАНИЕ



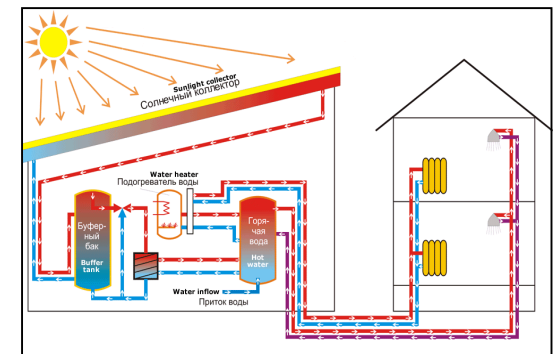
Source: NREL

500 ГВт (э)

4,9 ГВт (э)



ГВС,
ОТОПЛЕНИЕ



480 ГВт (т)

Наиболее широкое практическое применение в мире и в России получили фотоэлектрические преобразователи энергии солнечного излучения

Среди различных технологий изготовления ФЭП наиболее практичными по соотношению качество/стоимость являются ФЭП на основе Si без концентраторов солнечного излучения.

Их преимущества:

- долговечность (срок службы более 30 лет без существенной потери эффективности),
- достаточно высокий КПД (15 – 23%),
- относительно низкая стоимость (\$ 300–500/кВт(пик)),
- возможность создания энергоустановок в широком диапазоне мощностей (от Вт до десятков МВт),
- эффективность преобразования как прямого, так и диффузного солнечного излучения.



Высотный БПЛА
(псевдоспутник)



**«Альбатрос»
(РЕНОВА – РОТЕК)**

35000 км - Протяженность полета
210 км/ч - Средняя скорость
150 ч Время в пути

ПРИОРИТЕТНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ И РАЗРАБОТОК В ОБЛАСТИ СОЛНЕЧНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ В ОИВТ РАН

Базовым (фундаментальным) направлением является развитие баз данных и методов адекватного математического моделирования объектов солнечной энергетики. ОИВТ РАН в этой области занимает лидирующие позиции и их надо развивать и укреплять!

При этом

**Необходимо активно развивать научно-техническое сотрудничество с
ИНДУСТРИАЛЬНЫМИ ПАРТНЕРАМИ:**

- Развитие ГИС «Возобновляемые источники энергии России» (gisre.ru), (совместно с МГУ)
- Организация и участие в мониторинге работы созданных в различных регионах ФЭС и гибридных энергокомплексов,
- Разработка методов прогнозирования выработки ФЭС на сутки вперед,
- Теоретическое и экспериментальное обоснование оптимальных конфигураций гибридных солнечно-топливных энергоустановок в рамках решения задачи пространственно-территориального развития страны (акцент на полностью автоматизированные солнечно-микрогазотурбинные энергоустановки),
- Разработка перспективных автономных источников питания и зарядных устройств, а также конкурентоспособных фотоэлектрических установок горячего водоснабжения, водоподъема и опреснения воды,
- Разработка эффективных фотоэлектрических систем микрогенерации (просьюмеры) в составе микрогрид – приоритет госполитики в ближайшей перспективе.

Крайне важным представляется объединение исследований и разработок, ведущихся в ОИВТ РАН в области электрохимии - накопители энергии на базе различных э/х аккумуляторов, а также в области разработки электротехнических устройств, необходимых для обеспечения оптимального управления процессами преобразования и накопления энергии.

КОМПЛЕКСНАЯ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ ПРОГРАММА «РАСПРЕДЕЛЕННАЯ ЭНЕРГЕТИКА НА ОСНОВЕ ПЕРСПЕКТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И ЦИФРОВЫХ СИСТЕМ» (КНТП «РАСПРЕДЕЛЕННАЯ ЭНЕРГЕТИКА»)

Цель программы: развитие в стране научно-технологического потенциала мирового уровня и освоение новых конкурентных на отечественном и мировом рынках технологий и продуктов в следующих перспективных областях:

Направление 1 - энергоустановки на органическом топливе, водороде и возобновляемых источниках энергии, в том числе гибридные, для автономной и распределенной энергетики, обеспечивающие решение задач пространственного развития страны, на новых принципах и технологиях преобразования и аккумулирования энергии.

Направление 2 - накопители энергии с использованием перспективных отечественных материалов для эффективного краткосрочного и длительного хранения энергии в системах и энергоустановках распределенной и автономной энергетики, а также на транспорте.

Направление 3 - новые технологии и устройства цифровой энергетики и силовой электроники для нужд развития распределенной и автономной энергетики.

Направление 4 - усовершенствованные и новые технологии фотоэлектрического преобразования солнечной энергии, промышленного производства фотоэлектрических модулей и материалов для них, обеспечивающие повышение конкурентоспособности солнечных энергоустановок и фотоэлектрических модулей на отечественном и мировом рынках.

ПРОЕКТЫ ПОЛНОГО ИННОВАЦИОННОГО ЦИКЛА

(с освоением технологий и продуктов в промпроизводстве)

Направление 1

<p>Энергоустановки на основе ЭХГ с твердополимерными и твердооксидными топливными элементами и топливные процессоры углеводородного топлива</p> <p>ИП: «ИНЭНЕРДЖИ»</p>	<p>Энергоустановки на основе политопливных микрогазотурбинных преобразователей</p> <p>ИП: «АЛМАЗ-АНТЕЙ»</p>	<p>Энергоустановки и источники автономного электропитания на основе фотоэлектрических преобразователей энергии</p> <p>ИП: «ХЕВЕЛ»</p>	<p>Гибридные и комбинированные автоматизированные системы энергоснабжения на новых технологиях преобразования и аккумулирования энергии</p> <p>ИП: «ИНЭНЕРДЖИ», «АЛМАЗ-АНТЕЙ», «ХЕВЕЛ», «ТЭЭМП»</p>
--	---	---	---

Направление 2

<p>Герметизированные свинцово-кислотные аккумуляторы с инкапсулированным электролитом</p> <p>ИП: ООО «ССК»</p>	<p>Усовершенствованные литий-ионные и перспективные металл-ионные аккумуляторы и материалы для них</p> <p>ИП: ТЭЭМП</p>	<p>Проточные редокс- накопители электрической энергии</p> <p>ИП: ИНЭНЕРДЖИ</p>	<p>Гибридные накопители энергии на сжатом воздухе с водород-кислородным подогревом воздуха</p> <p>ИП: АО Турбонасос</p>	<p>Суперконденсаторы на основе новых электродных материалов и электролитов</p> <p>ИП: ТЭЭМП</p>
--	---	--	---	---

Направление 4

<p>Разработка и освоение технологий по улучшению отечественной ресурсной базы фотоэлектрической энергетики (рафинирование металлургического кремния, производство моносилана солнечного качества, производство поликремния солнечного качества плазмохимическими методами и др.)</p> <p>ИП: Солар Системс?</p>	<p>Усовершенствование технологии производства НИТ-ФЭМ, освоение производства гибких ФЭМ, расширение масштабов производства и номенклатуры конкурентоспособных продуктов</p> <p>ИП: Хевел</p>	<p>Разработка отечественного плазмохимического реактора для формирования активных слоев фотоэлектрических преобразователей</p> <p>ИП: Солар Системс Хевел+???</p>	<p>Разработка отечественной технологии производства двусторонних фотоэлектрических преобразователей с использованием PERC-технологии и модулей на их основе</p> <p>ИП: Хевел ???</p>	<p>Разработка перспективных фотоэлектрических преобразователей и ФЭМ с использованием перовскитоподобных материалов с повышенным сроком службы</p> <p>ИП: ???</p>
--	--	---	--	---