

Пятый Каспийский Энергетический Форум

«ЭНЕРГИЯ КАСПИЯ- ЭНЕРГИЯ МИРА»

# Инновационные технологии возобновляемой энергетики

Стребков Д.С. Академик РАСХН

Государственное научное учреждение

Всероссийский научно-исследовательский институт

электрификации сельского хозяйства

Россельхозакадемии (ГНУ ВИЭСХ РАСХН)

[www.viesh.ru](http://www.viesh.ru), e-mail: viesh@dol.ru

25 апреля 2012г.

Москва, ЦМТ

# Пять стратегических проектов

Для повышения энергетической безопасности как Российской Федерации так и других прикаспийских государств предлагается для рассмотрения пять стратегических проектов, основанных на инновационных российских технологиях и патентах.

1. Бестопливное производство электрической энергии и теплоты за счет коммерциализации инновационных российских технологий и создания отрасли промышленности по производству и строительству экологически чистых бестопливных электростанций в объеме 10-20 ГВт в год , 15-30 % от мирового уровня производства 60 ГВт в 2010 г. (в том числе, на экспорт).

2. Распределенное производство энергии. К 2015 году все здания государственного и частного сектора должны иметь соединенные сетью энергоустановки, использующие солнечную, ветровую или другую бестопливную энергетику.

Данное требование действует в Европейском Союзе (ЕС), согласно директиве 2009/28 от 23.04.2009 г. и программам «Миллион солнечных крыш», реализуемых в США и Японии.

Необходимо заменить в РФ все газовые котельные и котельные на твердом и жидком топливе на когенерационные энергетические установки (Микротэц), соединенные с энергосистемой.

3. Создание защищенных местных, региональных и глобальных энергосистем с заменой воздушных линий энергопередач на кабельные подземные линии с использованием инновационных волноводных систем передачи электроэнергии, предложенных Н. Тесла и детально проработанных в ГНУ ВИЭСХ в 1995-2010 годах.

Преимущества: изменение физики электрических явлений за счет использования реактивных незамкнутых токов в линии электропередач, приводит к снижению расхода меди и алюминия в проводах и кабелях в 10 раз, повышению эффективной плотности тока в 10 раз и к снижению потерь в линии в 2-3 раза без использования дорогостоящей техники высокотемпературной сверхпроводимости.

4. Создание Российской, Евро-азиатской и Глобальной Солнечной энергосистемы с круглосуточным производством электроэнергии в объеме, равном соответственно Российскому, Европейскому и мировому потреблению. В этом случае все топливные электростанции будут переведены в разряд резервных электростанций.

5. Перевод автомобильного и железнодорожного транспорта на бесконтактный высокочастотный электропривод с использованием технологий Н. Тесла, детально разработанных в ГНУ ВИЭСХ с сохранением гибридного привода на переходный период до 2020 года. Аналогов в мире нет, поэтому вновь созданные коммерческие технологии будут иметь большой экспортный потенциал.

# Роль государства

Для всех предложенных стратегических проектов необходима поддержка государства в следующих вопросах:

- Патентование и трансфер новых технологий за рубежом;
- Законодательное и нормативно-правовое обеспечение;
- Недискриминационное присоединение к электрическим сетям;
- Льготное налогообложение производителей и стимулирование потребителей чистой электроэнергии
- Финансирование создания пилотных и демонстрационных образцов;
- Строительство новых заводов и организация производства для государственных нужд и экспорта;



## Диверсификация генерирующих мощностей

В Европе все ТЭС работают по парогазовому циклу (Пат СССР 1950 г. С.Христановича) и по бинарному циклу (Пат СССР 1960 г. С.Кутателадзе и Л. Розенфельда).

В России все ТЭС (кроме двух) работают по циклу Ренкина. КПД цикла Ренкина в 2,6 раза ниже.

Для замены ТЭС с циклом Ренкина на новые ТЭС потребуются сотни миллиардов долларов.

Необходима диверсификация генерирующих мощностей с увеличением доли бестопливной возобновляемой энергетики.

Президент США Барак Обама заявил 26 мая 2010 г. во время посещения фабрики по производству фотоэлектрических систем в Калифорнии: «Нация, которая лидирует в экономике чистой энергетики, возможно, будет лидером в глобальной экономике».

Президент РФ Д.А. Медведев: «В мире нет альтернативы атомной энергетике»

# Паритет бестопливной и атомной энергетики

Установленная мощность электростанций, использующих возобновляемые источники энергии (ВИЭ) (ветровая, солнечная, геотермальная и морская энергетика, биоэнергетика и малая гидроэнергетика) превысила в 2010 г. установленную мощность АЭС в мире и составила 388 ГВт (рост на 60 ГВт по сравнению с 2009 г.). Объем инвестиций в мировую возобновляемую энергетику составил в 2010 г. 243 млрд. долл., рост инвестиций 630% с 2004 г. КНР занимает первое место в мире с 25% долей инвестиций, Германия на втором месте и США на третьем месте. Ветровая энергетика лидирует по объемам инвестиций 95 млрд. долл. США.

## Солнечная энергетика

По темпам роста первое место занимает солнечная энергетика. В 2010 г. в мире построено 27,2 ГВт солнечных электростанций (СЭС), в том числе Германия 7 ГВт, Италия 5,6 ГВт, Чехия 1,2 ГВт, США 1 ГВт, Япония 1 ГВт. Темпы роста производства СЭС составили 118% по сравнению с 2009 г. В конце 2011 г. установленная мощность СЭС в мире достигнет 66 ГВт. Ни одна отрасль промышленности в мире, включая телекоммуникации и производство компьютеров, не имела таких темпов роста.

Для сравнения, в 2010 г. в мире завершено строительство трех АЭС общей мощностью 3,6 ГВт, которое продолжалось более 5 лет.

# Использование ВИЭ в России

Наличие уникальных запасов углеводородного сырья не является препятствием для развития использования ВИЭ. Большие ресурсы энергоносителей позволяют не делать стратегических ошибок в выборе оптимальных технологий и направлений развития ВИЭ и создать в России с учетом опыта западных стран, Китая и Японии собственные инновационные технологии и крупномасштабные проекты использования ВИЭ. Масштабное развитие использования ВИЭ должно базироваться на оригинальных инновационных отечественных технологиях.

В области солнечной энергетики ГНУ ВИЭСХ является владельцем более 40 патентов.

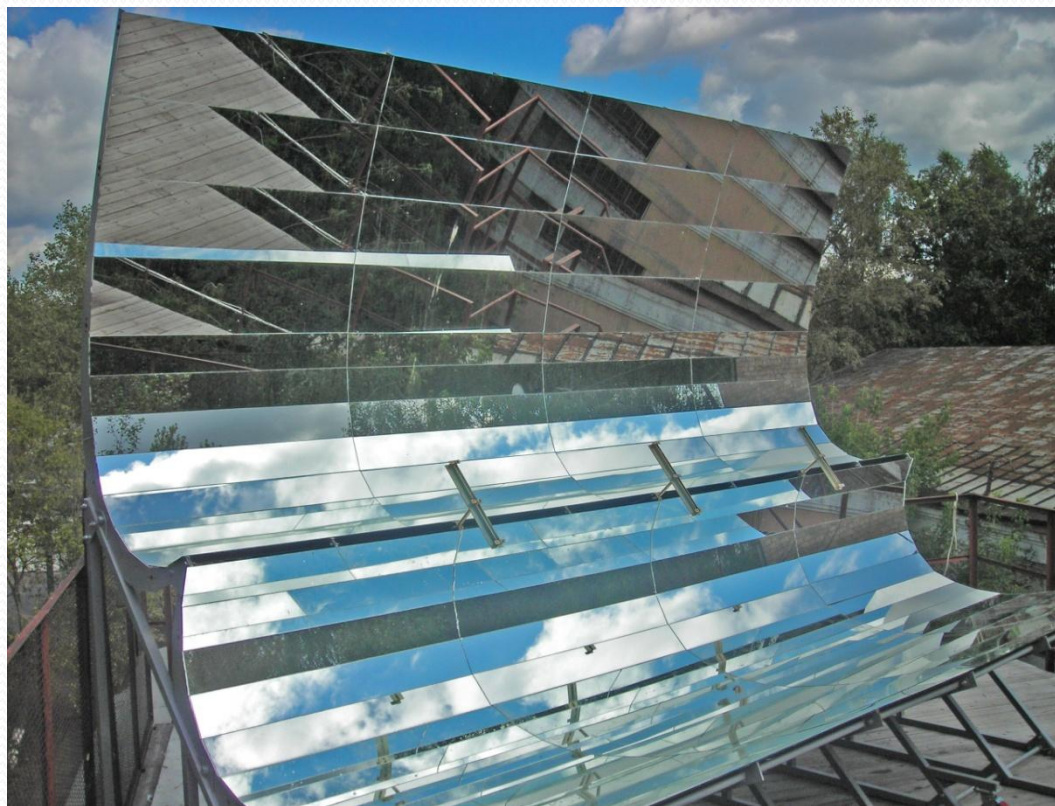
# Бесхлорная технология солнечного кремния

В ГНУ ВИЭСХ разработаны уникальные бесхлорные технологии получения кремния с низкими энергетическими затратами, на которые получено 8 патентов РФ и США. Другой подход заключается в снижении расхода кремния на один мегаватт мощности с 6-8 т в настоящее время в 50-1000 раз за счет использования новых типов концентраторов и матричных кремниевых солнечных элементов (МСЭ), разработанных в России.

## Солнечные концентраторы

В ГНУ ВИЭСХ разработаны и запатентованы солнечные концентраторы со слежением за Солнцем с концентрацией 10-1000 и без слежения за Солнцем – стационарные неследящие концентраторы с концентрацией 3-5. Оба типа концентраторов обеспечивают равномерное освещение солнечных фотоэлектрических модулей, что исключительно важно при эксплуатации СЭС с концентраторами. Неследящие концентраторы концентрируют не только прямую, но и большую часть диффузной (рассеянной) радиации в пределах апертурного угла, что увеличивает установленную мощность СЭС и производство электроэнергии.

# Стационарные концентраторы



Экспериментальный образец неследящего солнечного концентратора (800 Вт) на полигоне ГНУ ВИЭСХ.



# Солнечная электростанция, 1980г, США.

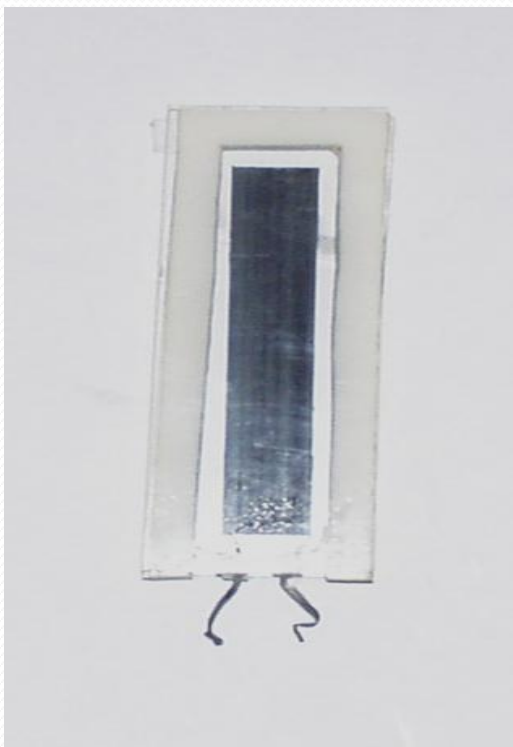


*Источник: Photon International September 2010, p. 18.*

## Матричные солнечные элементы третьего поколения

Созданные в ГНУ ВИЭСХ МСЭ третьего поколения из кремния имеют КПД 20% при 50-1000-кратной концентрации солнечного излучения. Преимуществом МСЭ является генерация высокого напряжения 15 В/см<sup>2</sup>.

# Сравнение солнечных модулей



**Фотоэлектрический кремниевый модуль на основе матричных солнечных элементов в оболочке из стекла.**  
Размеры ФКМ 10 × 60 × 0,4 мм,  
25 солнечных микроэлементов



**Фотоэлектрический модуль с планарными СЭ электрической мощностью 60 Вт.**  
Размеры 1200×540 мм,  
36 солнечных элементов

## Технология МСЭ

МСЭ из кремния в сотни раз дешевле солнечных элементов на основе каскадных гетероструктур на единицу площади, технология МСЭ не требует применения серебра, многостадийной диффузии, фотолитографии, сеткографии, эпитаксии, текстурирования и других трудоемких операций, используемых на зарубежных заводах.

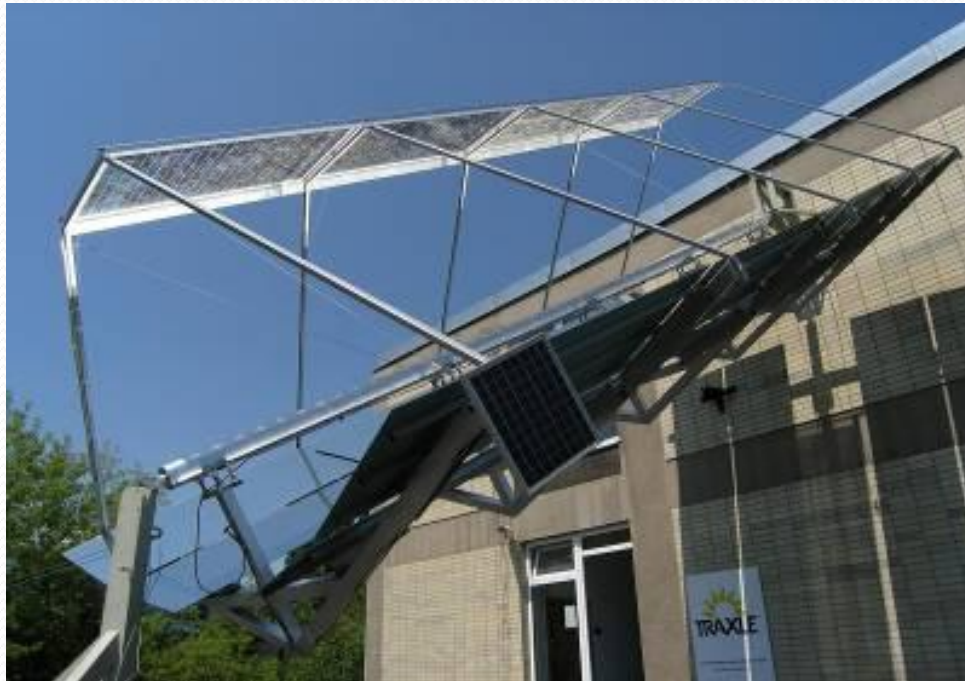
## Традиционные солнечные фотоэлектрические модули со сроком службы 20-25 лет

Все существующие в мире конструкции, материалы и технологии изготовления солнечных модулей обеспечивают срок службы модулей 20 лет в тропическом климате и 25 лет в умеренном климате с потерей до 20% мощности к концу срока службы. Причина – ультрафиолетовая и температурная деградация оптических полимерных герметизирующих материалов – этиленвинилацетата и других пластиков. Используемая технология ламинирования модулей включает вакуумирование, нагрев до 150° и прессование с затратами электроэнергии 80 000 кВт·ч на изготовление 1 МВт солнечных модулей.

## Новые солнечные модули со сроком службы 40 лет

В новой технологии, разработанной в ГНУ ВИЭСХ, этиленвинилацетат и технология ламинирования заменены на заливку силиконовой композиции с последующим отверждением жидкой компоненты в полисилоксановые гели. При этом срок эксплуатации солнечных модулей увеличивается в два раза до 40-50 лет, возрастает электрическая мощность модулей благодаря более высокой прозрачности геля и снижению рабочей температуры СЭ, снижаются энергозатраты на изготовление модулей на 70 000 кВт·ч/МВт. Кроме того, удвоение срока службы увеличивает производство электроэнергии на 20 млн. кВт·ч на 1 МВт пиковой мощности.

## Солнечный фотоэлектрический модуль с увеличенным сроком службы с 20 до 40 лет



Может быть использован для комплектования отдельно стоящих фотоэлектрических станций, в качестве архитектурных элементов (крыши и фасады), а также в составе установок с концентрированными потоками солнечной энергии.

## Перспективы увеличения КПД МСЭ

В ближайшие годы КПД МСЭ из кремния будет увеличен до 25-30% при работе с концентратором. Однако уже сейчас использование новых технологий кремния, концентраторов и МСЭ позволяет создавать солнечные электростанции, конкурентоспособные с электростанциями, работающими на угле.



## Распределенное производство энергии.



# АРХИТЕКТУРА НООСФЕРЫ



Воздушную среду желательно ограждать лёгкими, гармонизирующими с окружающим миром, формами



В настоящее время технология отработана на строительной площадке. Задачи поставленные в теоретическом плане успешно решены на практике, что дает право говорить о возможности быстровозводимого, относительно недорогого жилья.

Автор концепции и технологии — архитектор В. Н. Гребнев  
Авторы проектов, дизайна — В. Н. Гребнев, В. Г. Рыбаков  
Россия, г. Москва, ЗАО ТО «ГРИФОН». Все права защищены  
Сайт: <http://www.sfera-grifona.com> Тел. 968-20-99  
e-mail: grebnevgriffon@mail.ru ; vgrdesign@front.ru





На региональном уровне во многих странах мира и в ряде регионов России достигнут паритет цен между тарифами на электроэнергию от сети и ценой электрической энергии от СЭС. Например, в Калмыкии, Курской области, в ряде районов Якутии, Чукотки стоимость электроэнергии для юридических лиц составляет 7-9 руб./кВт·ч (0,25-0,32 долл/кВт·ч), что соизмеримо с существующей ценой электроэнергии от СЭС. Везде, где используются дизельные электростанции, тарифы на электроэнергию выше, чем стоимость электроэнергии от СЭС.

## Круглосуточное производство солнечной электроэнергии

В ГНУ ВИЭСХ разработаны и запатентованы региональные и глобальные солнечные энергетические системы, позволяющие вырабатывать и доставлять электроэнергию потребителям независимо от времени суток и времён года.

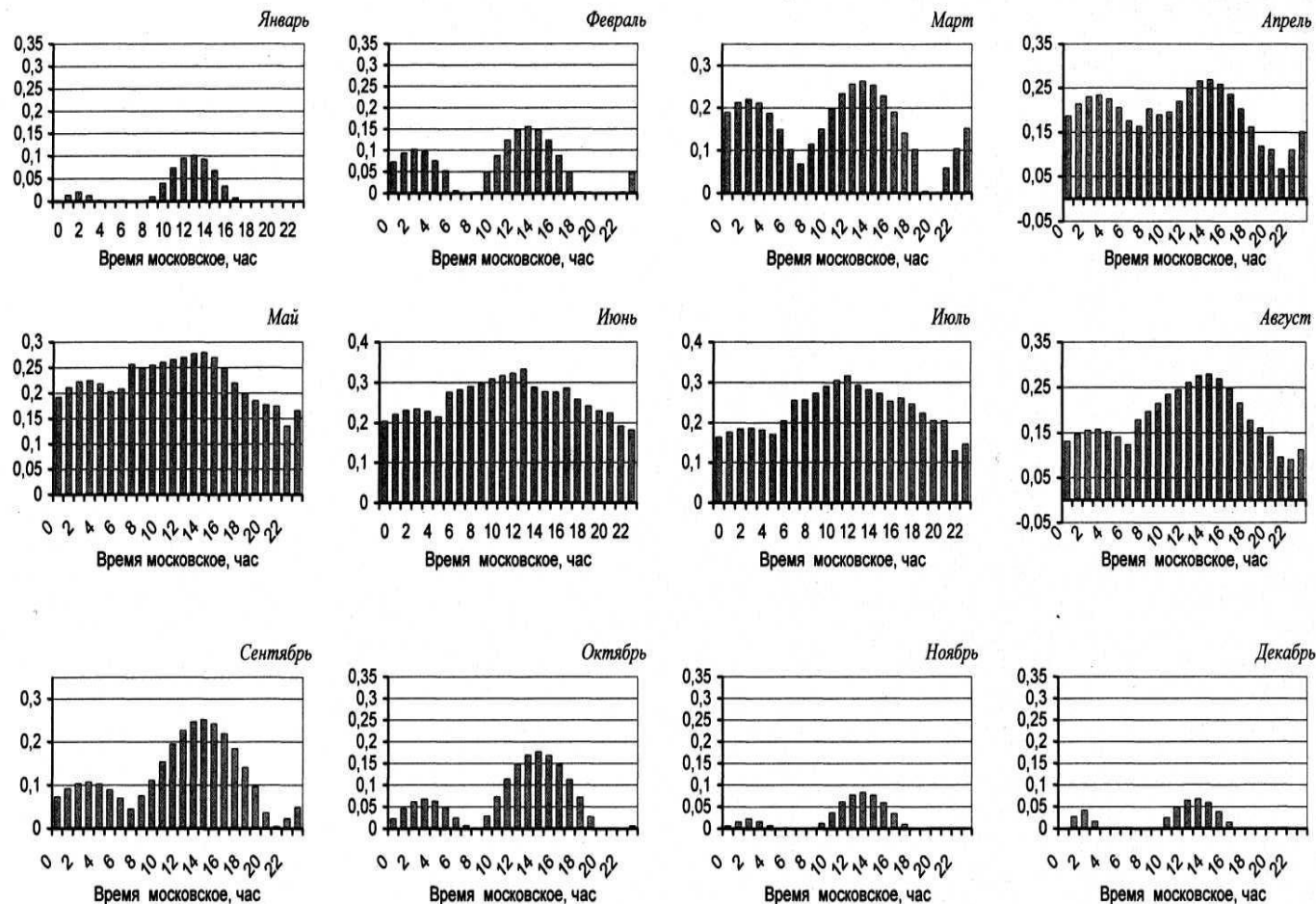
# Российская солнечная энергосистема Чукотка-Калининград

Проведено компьютерное моделирование российской солнечной энергосистемы из двух СЭС, установленных на Чукотке и в Калининграде (РФ) или г. Пинске (Республика Беларусь) и соединенных с объединенной энергосистемой России. Фотоактивная площадь СЭС с КПД 20% составляет квадрат со стороной 25 км. Пиковая мощность каждой СЭС 125 млн. кВт. В качестве исходных данных для расчета использованы средние многолетние значения инсоляции в местах расположения СЭС.

Солнечная энергосистема позволяет круглосуточно в течение 5 месяцев с 1 апреля по 1 сентября поставлять электроэнергию в энергосистему России в объеме 500 ТВт·ч и удовлетворить все потребности России в электроэнергии за этот период. Еще в течение двух месяцев в марте и в сентябре продолжительность электроснабжения составляет 22 часа в сутки. При этом все топливные электростанции будут переведены в разряд резервных, а сэкономленные газ, нефть и уголь могут быть поставлены на экспорт.

Если включить в эту энергосистему СЭС в пустыне Каракум в Туркменистане, то объемы круглосуточного производства электроэнергии будут достаточны для электроснабжения всех стран СНГ в течение 6 месяцев.

# График суточных изменений производства электроэнергии солнечной энергосистемы Россия – Беларусь





# Евро-азиатская солнечная энергосистема Чукотка-Лиссабон

Евро-азиатская солнечная энергосистема Чукотка-Лиссабон позволит обеспечить все страны Европы и СНГ электроэнергией круглосуточно в течение 7 месяцев с 1 марта по 1 октября.

Евро-азиатская энергосистема состоит из двух СЭС пиковой мощностью 1,5 ТВт. Если включить в эту энергосистему СЭС в Тибете (Монголия, Китай) и СЭС в Мавритании (Африка), то круглосуточное производство электроэнергии в объеме 6000 ТВт·ч в год будет достаточно для электроснабжения Европы, СНГ, северных стран Азиатского и Африканского континентов в течение 7 месяцев.

Энергосистема из двух солнечных электростанций, установленных на Чукотке, пос. Марково ( $64^{\circ}40'$  с.ш.,  $170^{\circ}23'$  в.д.) – 1,5 ТВт, и в Мавритании (Африка) – 1 ТВт, сможет круглосуточно с марта по сентябрь обеспечить все страны Африки, Ближнего Востока, Европы, России и СНГ электрической энергией (рис. 15). Годовое производство в энергосистеме составит 5431,6 ТВт·ч.

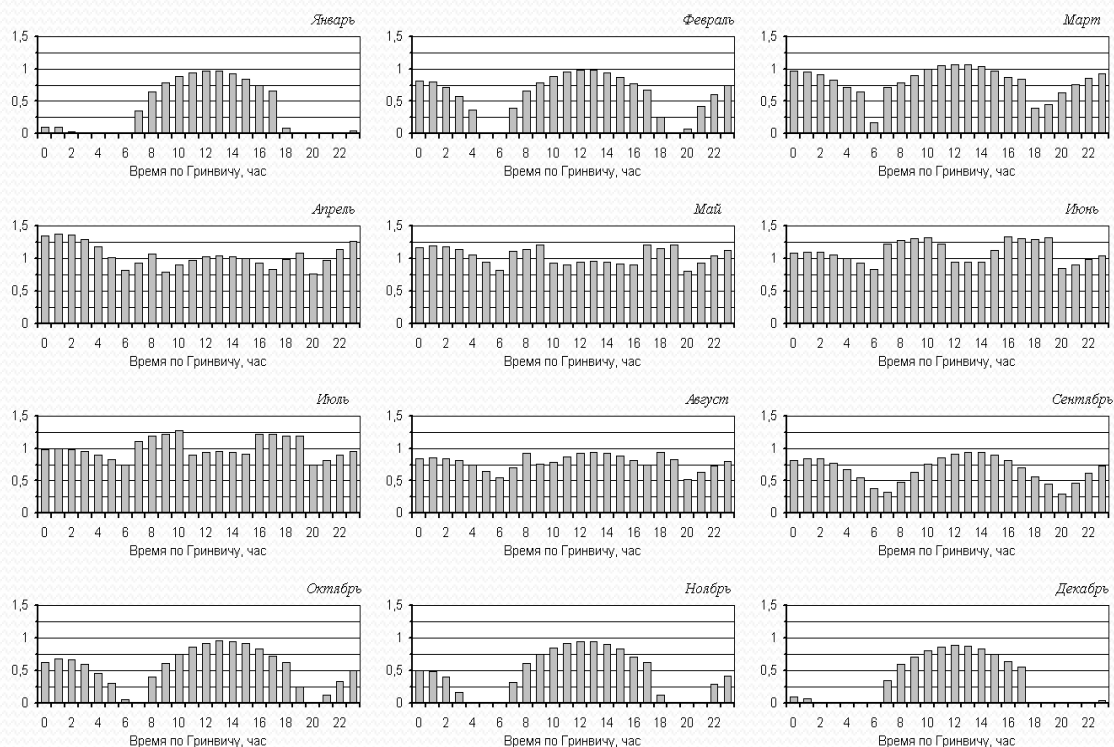
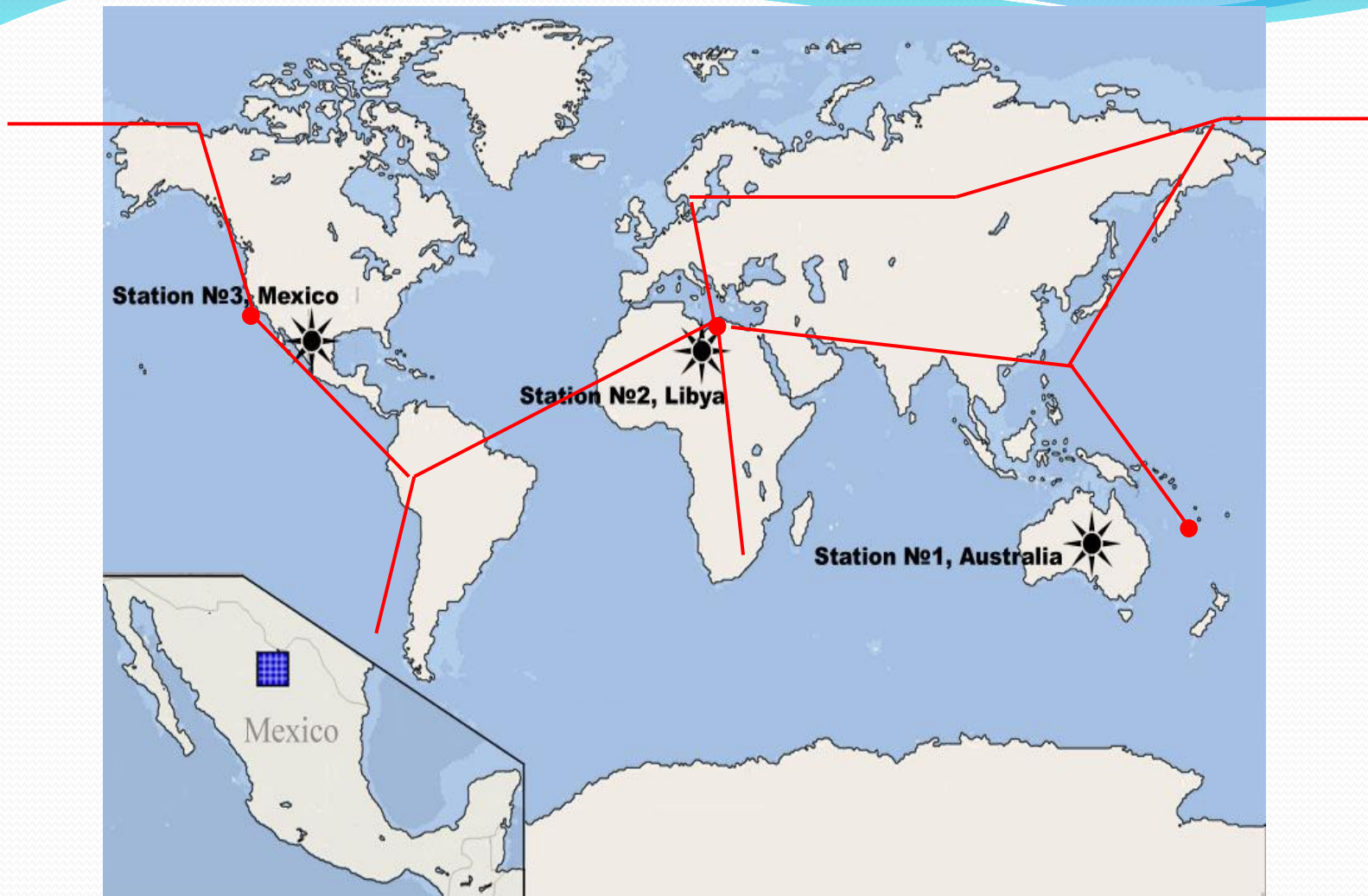


График суточных изменений выработки электроэнергии Афро-Евразийской солнечной энергосистемы, состоящей из двух солнечных электростанций на Чукотке в России (1,5 ТВт) и в Мавритании (1,0 ТВт) со слежением вокруг полярной оси для средних дней 12 месяцев года

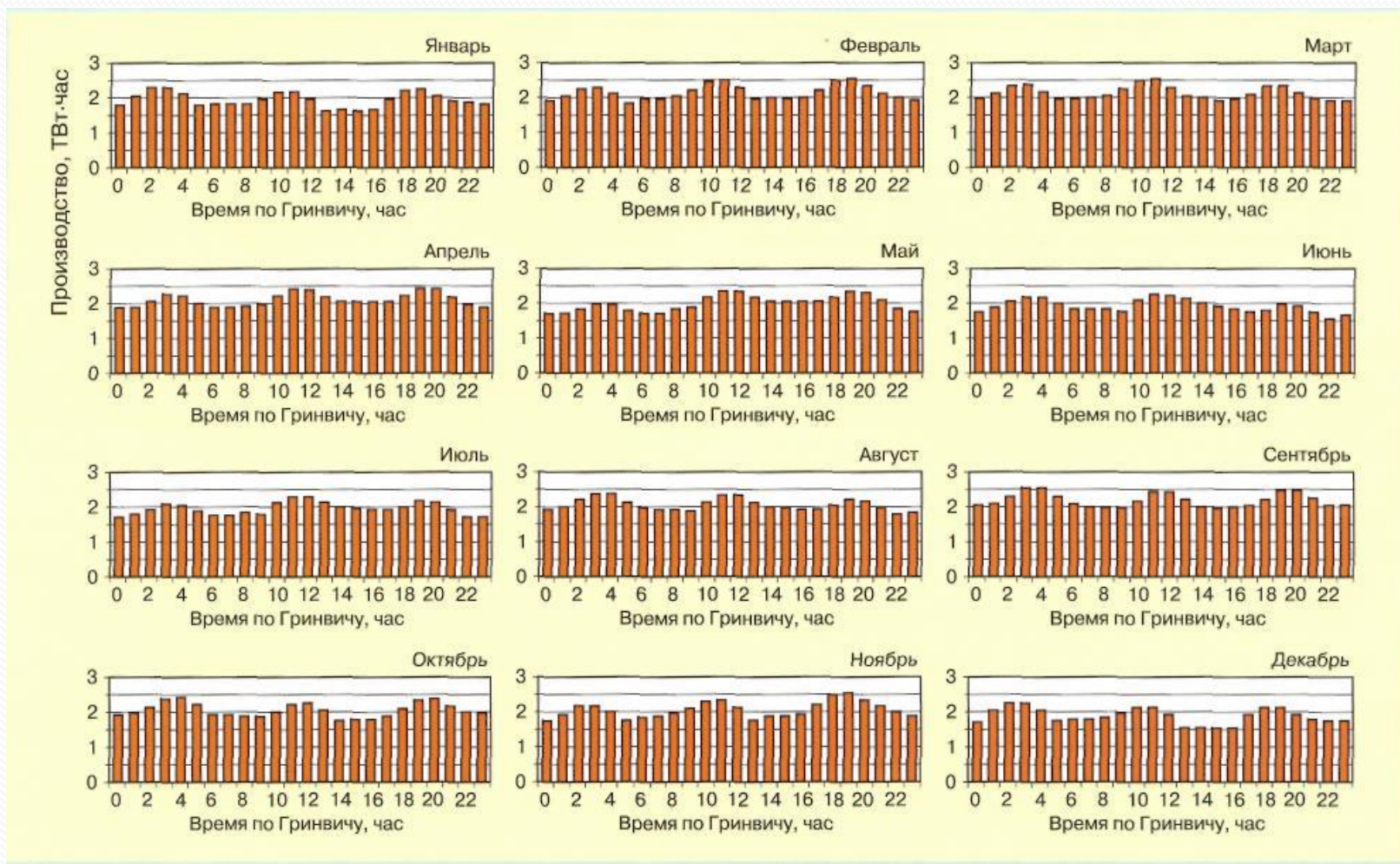
## Глобальная солнечная энергосистема

Глобальная солнечная энергосистема соединена с национальными энергосистемами и состоит из трех СЭС, установленных в Австралии, Северной Африке и Латинской Америке. КПД СЭС равен 25%, пиковая электрическая мощность каждой СЭС 2,5 ТВт, размеры 200×200 км<sup>2</sup>. Глобальная солнечная энергосистема генерирует электрическую энергию круглосуточно и равномерно в течение года в объеме 17 300 ТВт·ч/год на уровне, соответствующем мировому потреблению. Это позволит перевести все угольные, газовые и атомные станции в мире в разряд резервных электростанций.



***Глобальная солнечная энергетическая система из трех солнечных электростанций.***

# Производство электроэнергии глобальной солнечной энергосистемой



## Новые технологии

Для создания региональных и глобальной солнечной энергетической системы в России созданы новые технологии, обеспечивающие конкурентоспособность солнечной энергетики по следующим критериям:

- КПД солнечных электростанций должен быть не менее 25%.
- Срок службы солнечной электростанции должен составлять 50 лет.
- Стоимость установленного киловатта пиковой мощности солнечной электростанции не должна превышать 2000 долл.
- Объем производства солнечных электростанций должен быть 100 ГВт в год.
- Производство полупроводникового материала для СЭС должно превышать 1 млн. т в год при цене не более 25 долл./кг.
- Круглосуточное производство электрической энергии солнечной энергосистемой.
- Материалы и технологии производства солнечных элементов и модулей должны быть экологически чистыми и безопасными.

## Выводы

Динамично развивающаяся солнечная энергетика, основанная на инновационных российских и мировых технологиях, является альтернативой топливной энергетике и в 2050 г. будет доминировать на рынке энергетически чистых технологий, а к концу 21 века обеспечит 75-90% всех потребностей Земли в электрической энергии.