



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Swiss Cooperation Office in the Kyrgyz Republic
Кыргыз Республикасындагы Кызматташтык боюнча Швейцариялык Бюро
Швейцарское Бюро по сотрудничеству в Кыргызской Республике



European Bank
for Reconstruction and Development



Empowered lives.
Resilient nations.

История и перспективы развития солнечной энергетики.

Классификация солнечных установок

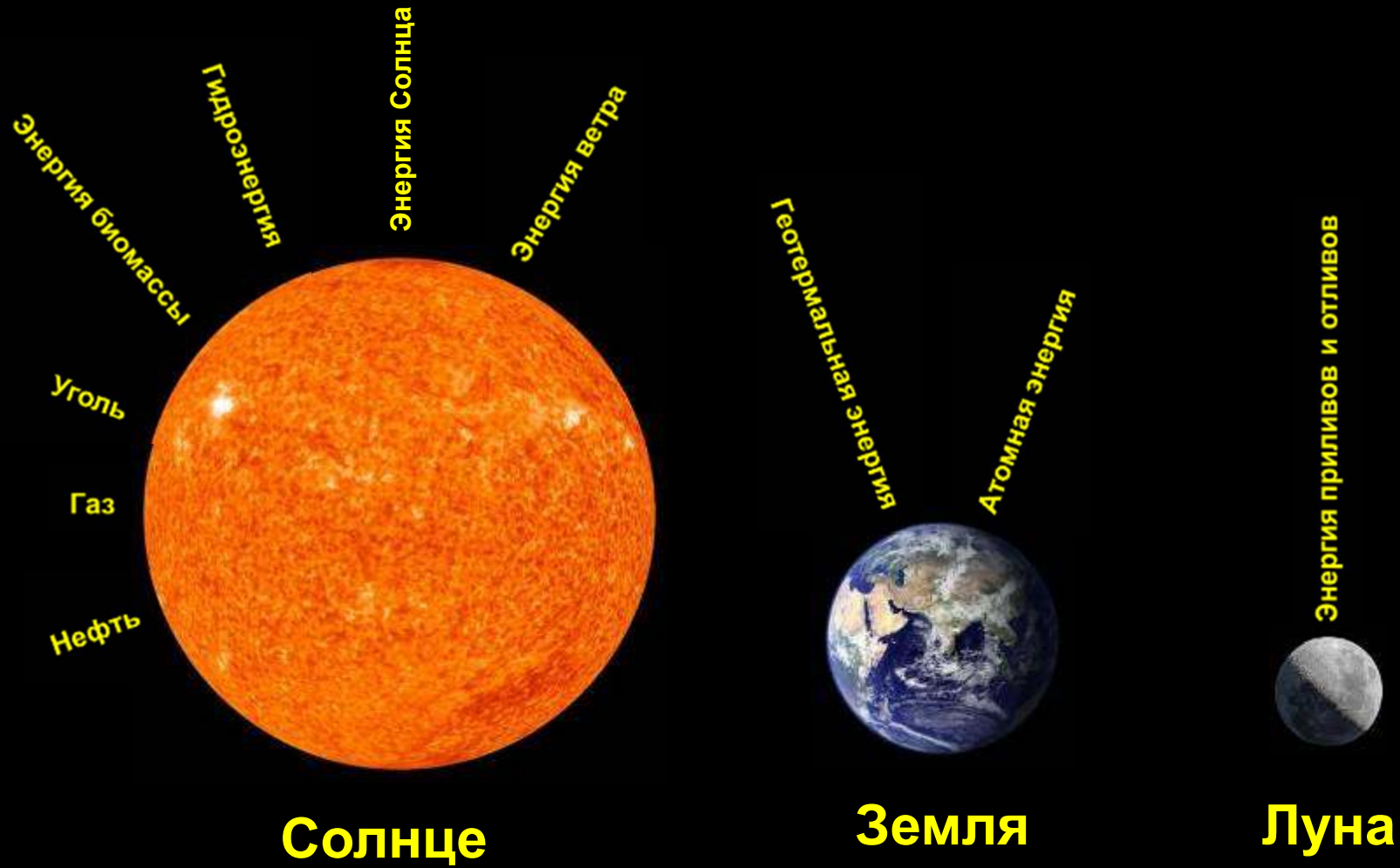
Тренинг Центра развития ВИЭ и
энергоэффективности

Бишкек, 15 -18 апреля 2013

Илья Меляков
Эксперт ЭД «БИОМ»

История вопроса

Происхождение источников энергии



История использования ВИЭ



Использование солнца во время осады римским флотом города Сиракузы (Архимед, 212 г. до н.э.)



Подтверждение опыта



Массачусетские архимеды светом Солнца подожгли деревянную модель триеры римлян за 10 мин. с использованием 129 квадратных зеркал (30 см) на расстоянии 30 м.

Теплицы – древние солнечные установки

Появление теплиц относится еще к временам Древнего Рима.

- До появления теплицы использовали паровые гряды и парники. Паровые гряды представляли собой обычные грядки, засыпанные конским навозом, который при нагревании создавал паровой эффект. На таких грядках обычно выращивали теплолюбивые растения, например, огурцы и бахчевые культуры - дыни, арбузы.
- В Древнем Риме впервые были построены специальные помещения для их выращивания для того чтобы сберечь урожай и сохранить экзотические растения и цветы, привезенные из стран с более теплым климатом. Эти помещения обогревались и были покрыты слюдой. Так появились первые теплицы.

Теплицы – древние солнечные установки

Возрождение тепличных сооружений

- В середине 13-го века в Западной Европе появились тепличные сооружения. Первую теплицу построили в Германии, в городе Кельне. В ней был разбит зимний сад, в котором состоялся прием главы Голландии - короля Вильгельма. Создатель этого первого сооружения - Альберт Мангус.
- Появление тепличных конструкций в России связано с периодом правления Петра I. В это время парники и другие тепличные сооружения использовали для выращивания разных экзотических растений, например, винограда или персиков, а также цветов. Особенно быстрыми темпами тепличное строение начало развиваться в 19-ом веке.

**Современные теплицы мало
отличаются от своих предшественников**



Солнечные водонагреватели

- Люди при помощи Солнца с давних времен нагревали воду, выставляя различные емкости с водой на солнце.
- Коллекторы были разработаны около двухсот лет назад. Самый известный из них – плоский коллектор – был изготовлен в 1767 году швейцарским ученым по имени Гораций де Соссюр. Позднее им воспользовался для приготовления пищи сэр Джон Гершель во время своей экспедиции в Южную Африку в 30-х годах XIX века.
- Технология изготовления солнечных коллекторов достигла практически современного уровня в 1908 году, когда Вильям Бейли из американской "Carnegie Steel Company" изобрел коллектор с теплоизолированным корпусом и медными трубками.
- Бизнесмен из Флориды, купивший у Бейли патент, к 1941 году продал почти 60000 коллекторов. Введенное в США во время второй мировой войны нормирование меди привело к резкому падению рынка солнечных обогревателей.

Солнечное электричество



- Явление фотоэффекта было впервые замечено еще в 1839 г. А. Беккерелем.
- В 1883 году Чарльз Фриттс создал первый солнечный модуль. Основой изобретения был покрытый тонким слоем золота селен. КПД – около 1%.

• Лишь в 30-х годах XX века в физикотехническом институте под руководством академика Иоффе удалось впервые получить электрический ток, используя явление фотоэффекта. Были созданы первые солнечные сернисто-таллиевые элементы. КПД – 1%.

Начало развитию солнечной энергетики было уже положено

Солнечное электричество



Следующий шаг:

- В начале 50-х годов XX века американские ученые Пирсон, Фуллер и Чапин изобрели и запатентовали первый кремниевый солнечный элемент с КПД около 6 %.
- В начале 50-х годов XX века началось широкое практическое применение солнечных элементов:

• В 1957 году в СССР был запущен первый искусственный спутник с применением фотогальванических элементов, а в 1958 г. США произвели запуск искусственного спутника Explorer 1 с кремниевыми солнечными панелями.

- В 1970 году в СССР Жоресом Алферовым и его соратниками была создана первая высокоэффективная гетероструктурная (с применением галлия и мышьяка) солнечная батарея. К середине 70 годов прошлого века удалось поднять КПД солнечных элементов до 10 процентов.
- После 20-летнего застоя ученым мира удалось поднять КПД солнечных элементов к середине 90-х годов до 15 процентов, а к началу XXI века уже до 20 %.
- Серьезным позитивным сдвигом в послужило создание американцами в 90-х годах особых цветосенсибилизированных типов солнечных батарей, более эффективных, чем предыдущие.
- В 1989 году была создана солнечная батарея, работающая с КПД более 30 %. Но на сегодняшний день основная масса промышленных солнечных батарей имеет КПД не более 7-15%.
- В 1995 году появились первые экспериментальные разработки тонкопленочных фотогальванических элементов, в качестве основы для которых использовался тончайший пластик (thin-film photovoltaic cell).

Солнечное электричество



Наиболее оптимальным вариантом являются гибридные солнечно-тепловые электростанции, совмещающие дневную работу от Солнца и ночную – от газа.

Солнечное электричество

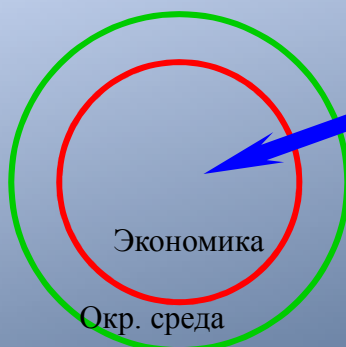
- Первая солнечная электростанция промышленного значения была построена в Советском Союзе в 1985 году вблизи г. Щелкино в Крыму. Величина ее пиковой мощности равнялась пиковой мощности первого ядерного реактора. Однако в середине 90-х годов ее закрыли из-за низкой производительности и высокой стоимости производимого ею электричества.
- В США же наоборот 90-е годы – это время активного развития солнечных технологий и их использования в промышленных масштабах. В конце 1989 года компанией Loose Industries была запущена 80-мегаваттная солнечно-газовая электростанция.
- В течение всего лишь пяти последующих лет этой же компанией только в штате Калифорния было построено подобных солнечных электростанций (СЭС) на 480 МВт, причем стоимость одного такого солнечно-газового кВт-часа была доведена до 7-8 центов, что оказалось вдвое меньше стоимости одного кВт-часа энергии, производимой на АЭС.

**Современное
состояние и
перспективы
развития солнечной
энергетики**

Модели перехода к устойчивости

«Углеродная» Экономика

- Энергетическое обеспечение цивилизации за счет невозобновимых ресурсов былых биосфер (нефть, газ).
- Разомкнутость циклов потока энергии и ресурсов



«Солнечная» экономика

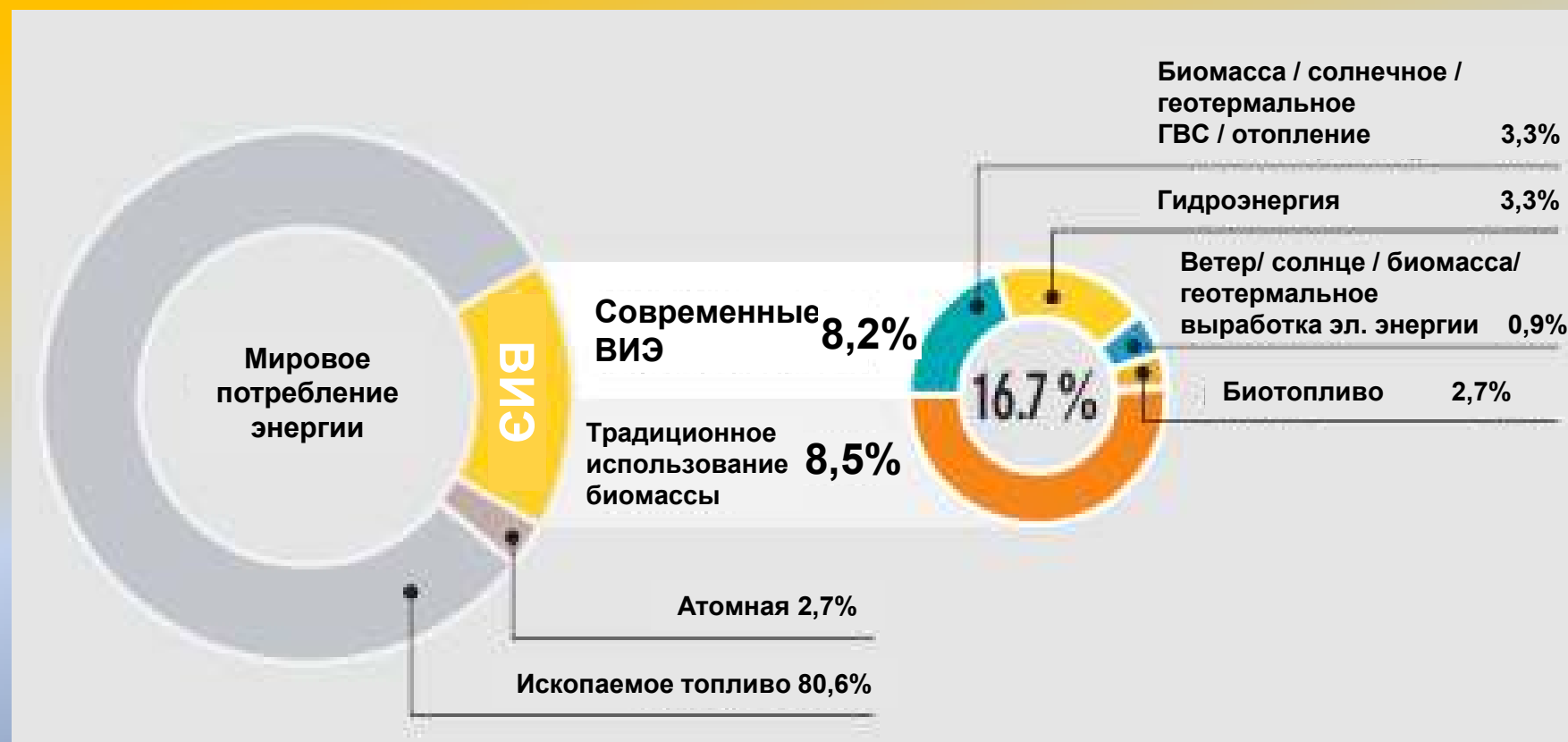
- Энергетическое обеспечение цивилизации за счет возобновимых ресурсов (солнце, водород).
- Разомкнутость циклов энергии и ресурсов

Рост мирового потребления ВИЭ

		2009	→	2010	→	2011
Инвестиции в новые мощности возобновляемой энергии (годовые)	млрд. дол. США	161	→	220	→	257
Мощности возобновляемой энергии (общее, без учета гидроэнергии)	ГВт	250	→	315	→	390
Мощности возобновляемой энергии (общее, включая гидроэнергию)	ГВт	1170	→	1260	→	1360
Мощности гидроэнергии (общее количество)	ГВт	15	→	945	→	970
Мощности солнечных ФЭС (общее количество)	ГВт	23	→	40	→	70
Мощности солнечных концентрирующих термальных станций (общее количество)	ГВт	0,7		1,3		1,8
Мощности ветровой энергии (общее количество)	ГВт	159	→	198	→	238
Мощности солнечного горячего водоснабжения/отопления (общее количество)	ГВт	153	→	182	→	232
Производство этанола (годовое)	млрд. литров	73,1	→	86,5	→	86,1
Производство биодизеля (годовое)	млрд. литров	17,8	→	18,5	→	21,4
Страны с политическими целями	#	89	→	109	→	118

Renewables 2012: Global status report . Renewable energy policy network for the 21st century

Доля возобновляемой энергии в мировом потреблении энергии

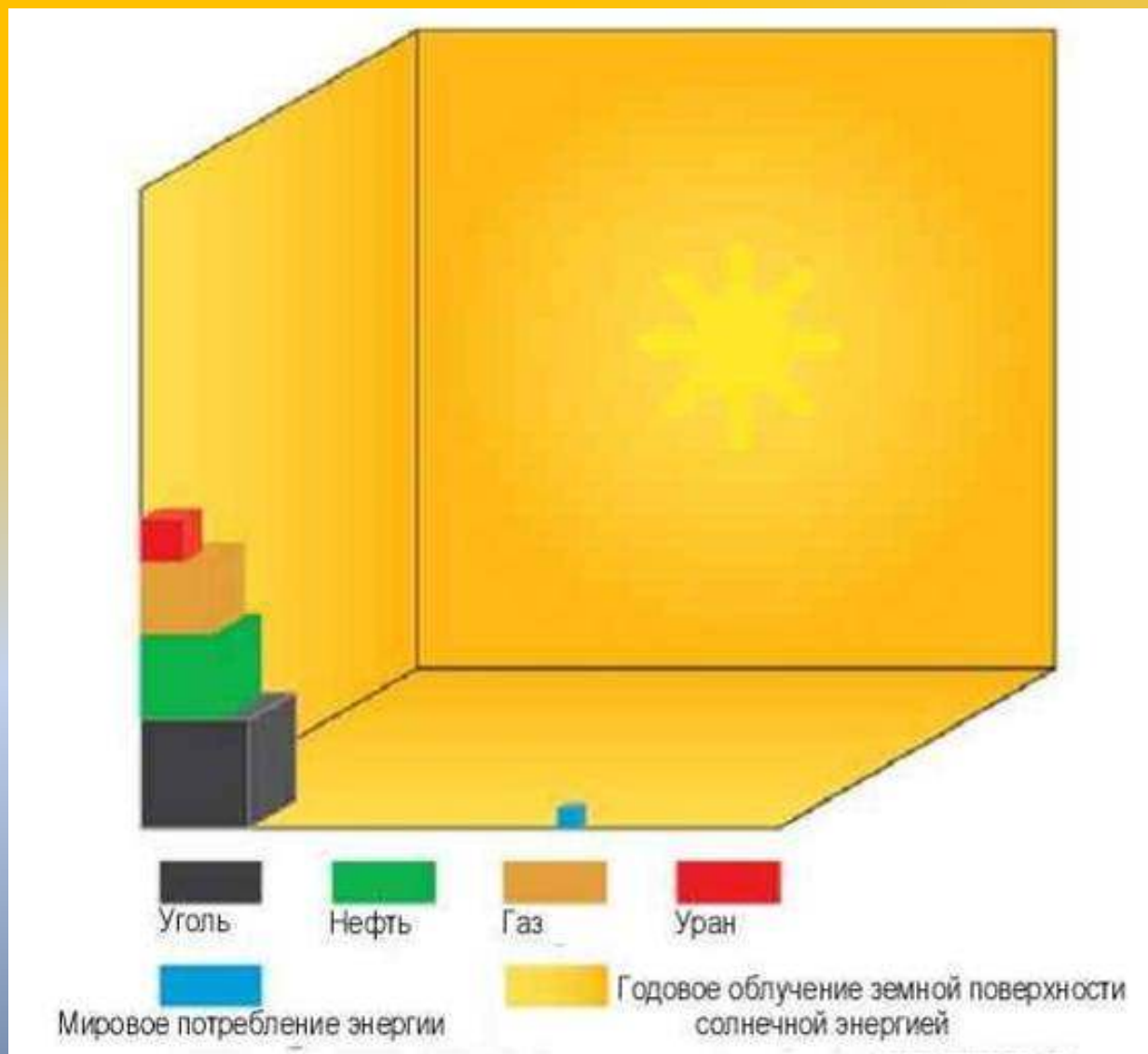


Потенциал возобновляемых ТЭР в мире

Виды энергии	Теоретические ресурсы, млрд. тут	Технические ресурсы, млрд. тут
Энергия солнца	$1,3 \cdot 10^8$	$5,3 \cdot 10^4$
Энергия ветра	$2,0 \cdot 10^5$	$2,2 \cdot 10^4$
Геотермальная энергия (до глубины 10 км)	$4,8 \cdot 10^9$	$1,7 \cdot 10^5$
Энергия мирового океана	$2,5 \cdot 10^5$	-
Энергия биомассы	$9,9 \cdot 10^4$	$9,5 \cdot 10^3$
Гидроэнергия	$5,0 \cdot 10^3$	$1,7 \cdot 10^3$

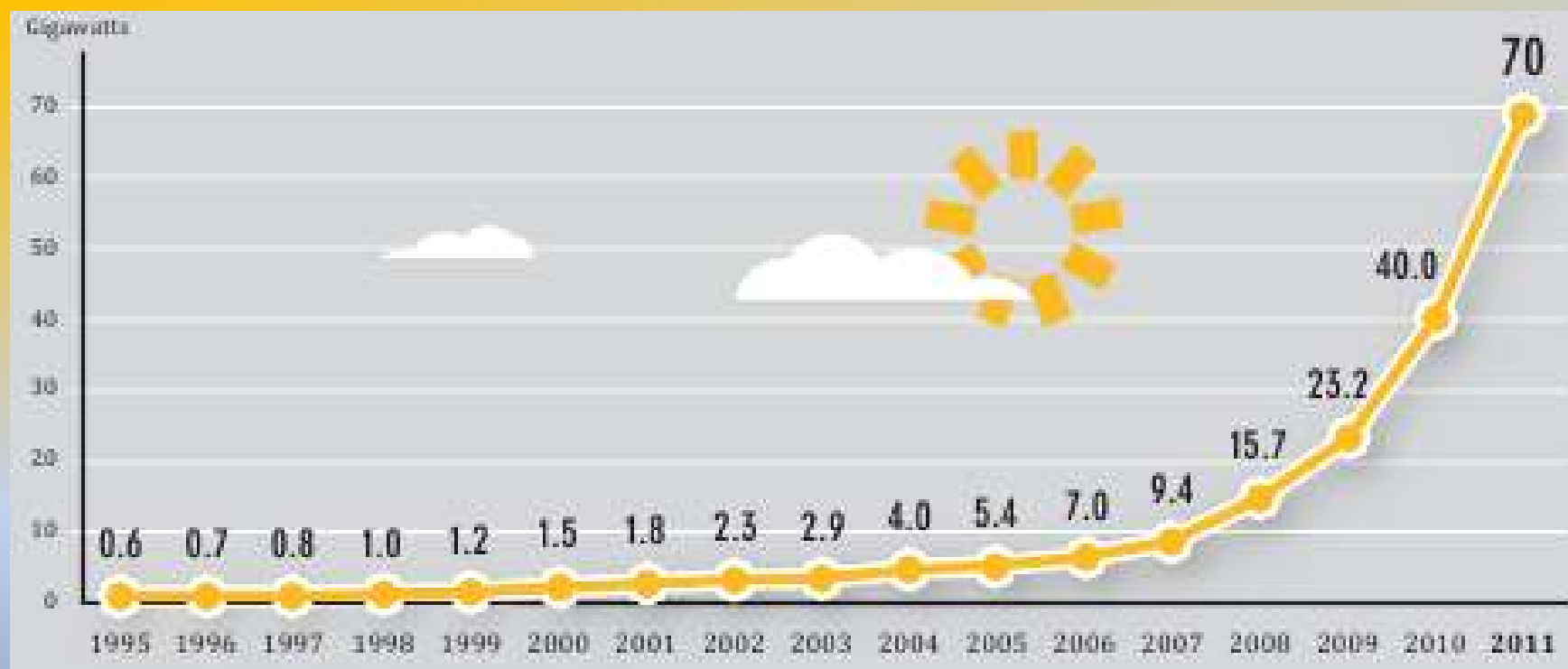
Лукутин Б.В. Возобновляемые источники электроэнергии: учебное пособие. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2008. – 187 с.

Энергетические ресурсы



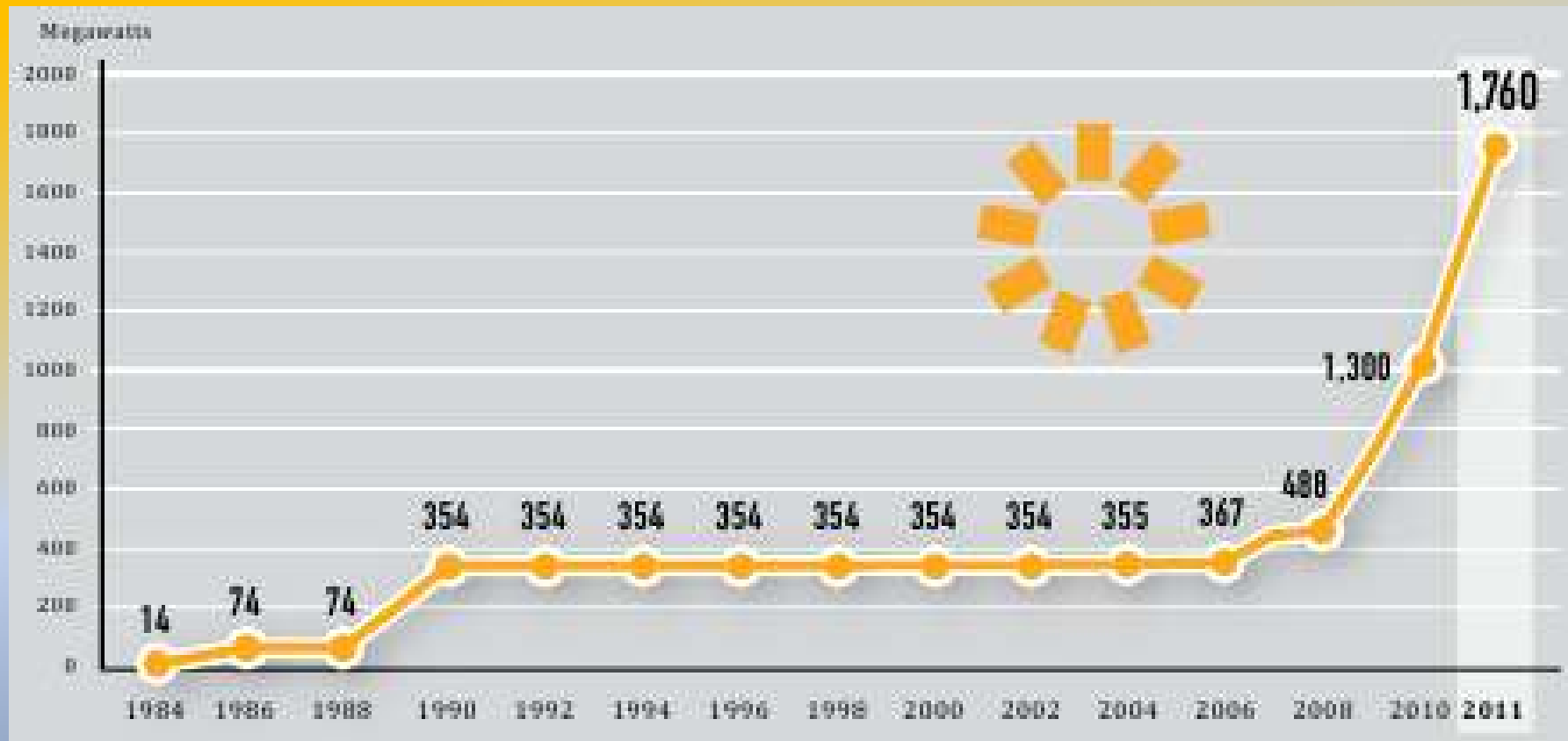
Источник: http://stroyproekt.net/publ/ehlektrooborudovanie_i_osveshhenie/2_1_osnovy_geliotermotekhniki/27-1-0-75

Суммарная мощность установленных в мире фотоэлектрических систем, 1995-2011



Renewables 2012: Global status report . Renewable energy policy network for the 21st century

Солнечные тепловые станции с концентраторами, суммарная мировая мощность, 1984-2011



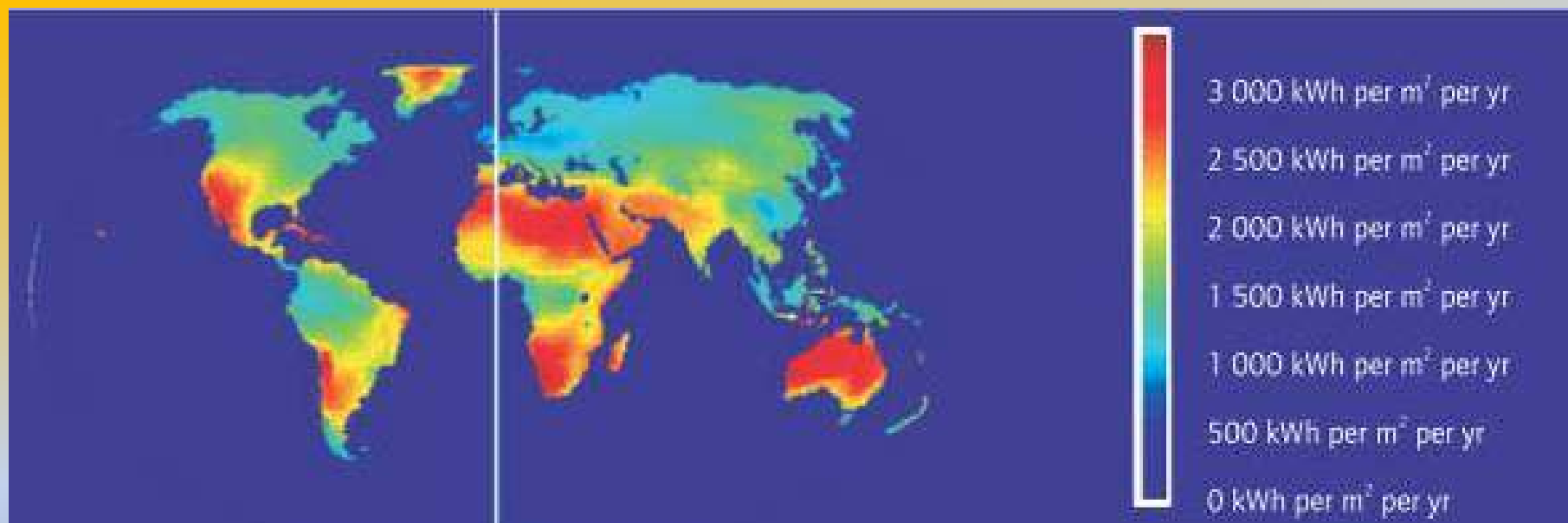
Renewables 2012: Global status report . Renewable energy policy network for the 21st century

Прирост установленной мощности солнечных коллекторов 12 лидирующих стран, 2010

Страны	Добавленная мощность 2010	Общая мощность 2010
	ГВт	
Китай	34	118
Турция	1,2	9,3
Германия	0,8	9,2
Япония	0,1	4,0
Бразилия	0,3	3,4
Израиль	0,2	2,9
Греция	0,1	2,9
Индия	0,6	2,8
Австрия	0,2	2,8
Австралия	0,3	2,0
Италия	0,3	1,8
США	0,2	1,8
Остальной мир	-4	-21
Весь мир	42	182

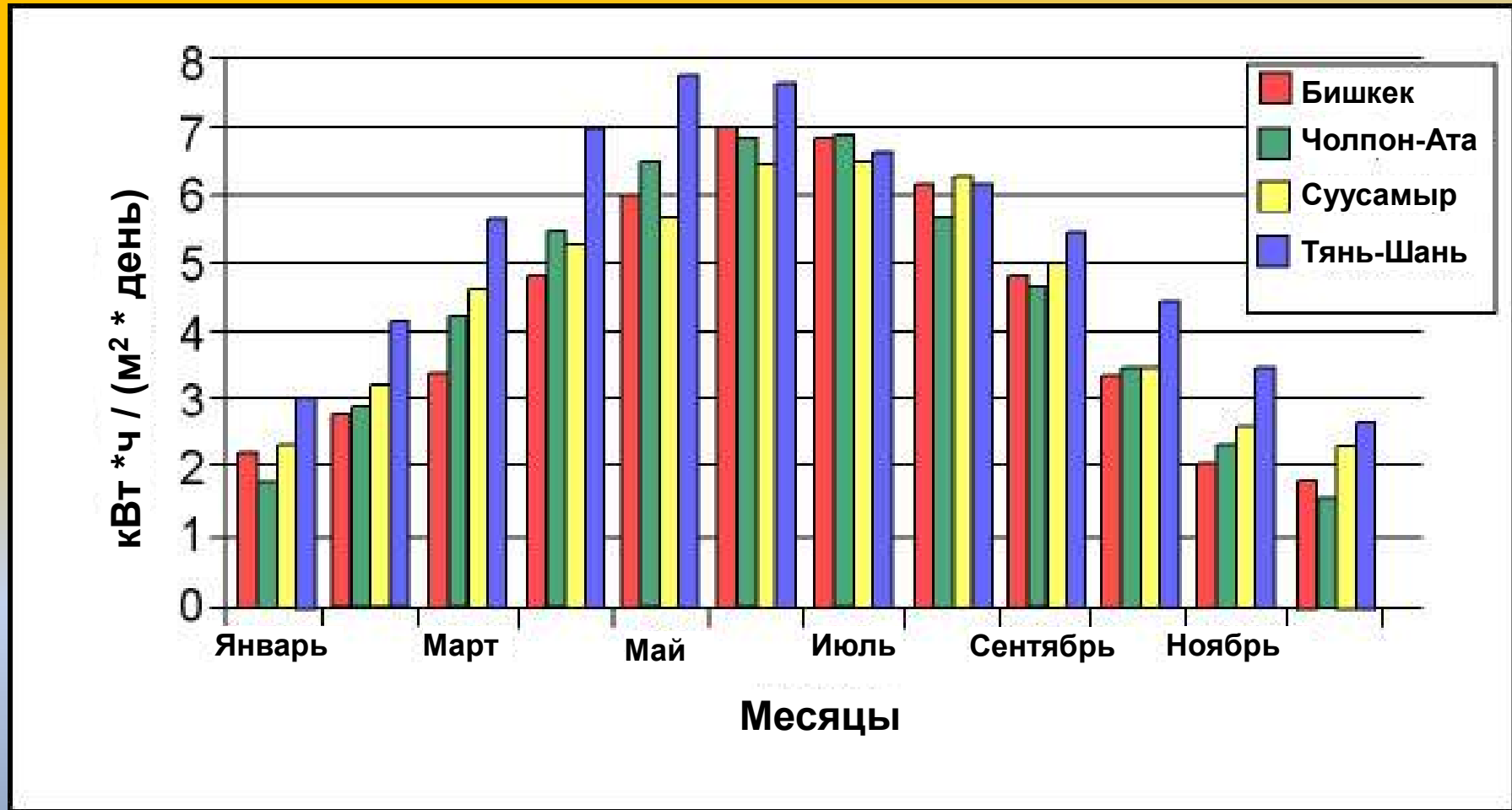
>200 миллионов домохозяйств используют солнечные коллекторы для нагревания воды

Карта инсоляции



Источник: Breyer & Knies, 2009 based on DNI data from DLR-ISIS (Lohmann, et al. 2006).

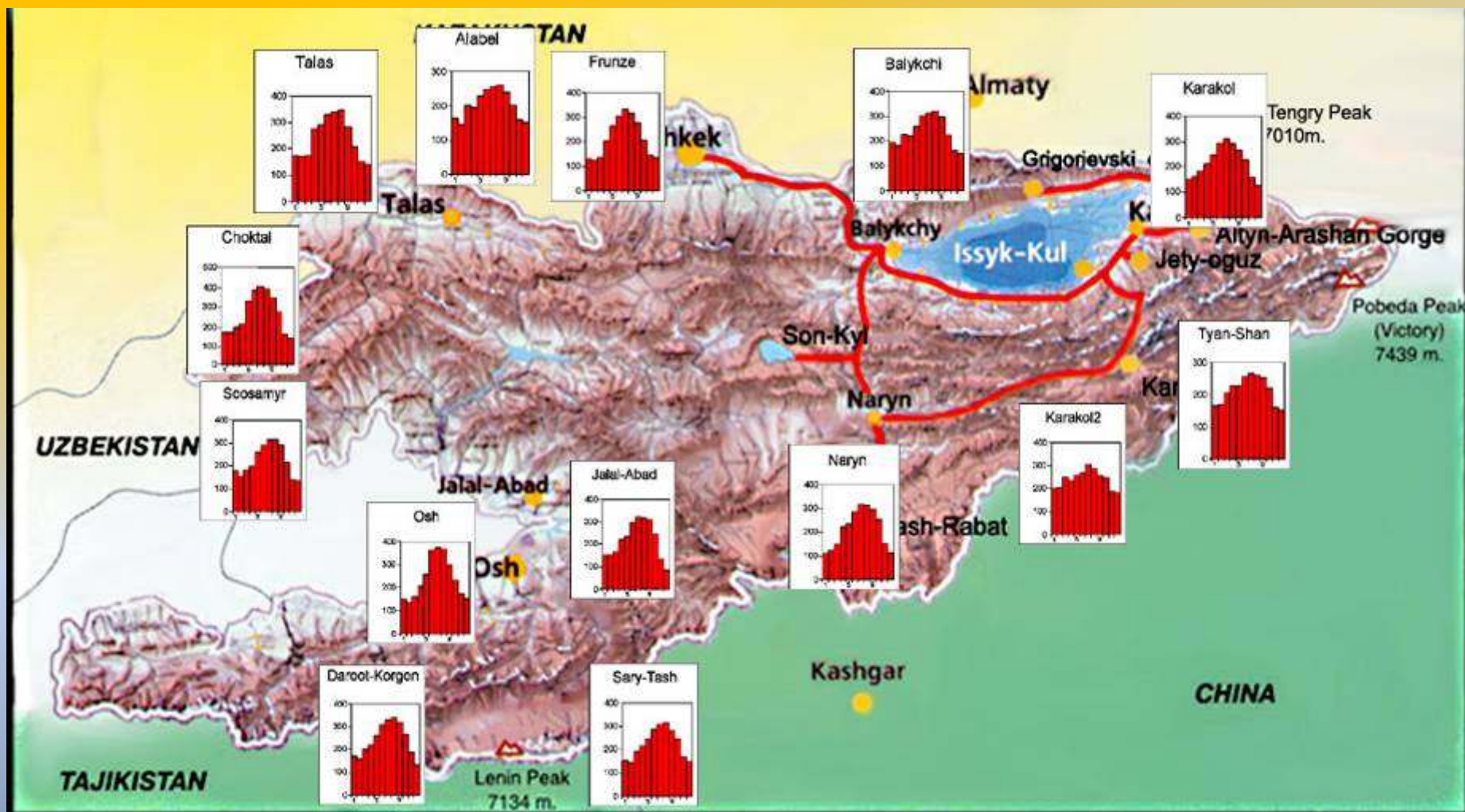
Интенсивность солнечного излучения в Кыргызстане



Годовое поступление солнечной радиации по Кыргызстану в среднем составляет около 2000 кВт·ч/(м²·год)

По материалам исследования А.Обозова, ГЭФ ПМГ, ПРООН

Карта инсоляции Кыргызстана



По материалам исследования А.Обозова, ГЭФ ПМГ, ПРООН

Потенциал топливно-энергетического комплекса Кыргызской Республики

Виды энергии	Запасы	
	млрд. тут	ед. изм.
Потенциал НеВИЭ		
Уголь	1983,4	2317 млрд. т
Природный газ	0,006439	4700 млн. м ³
Нефть	0,0291	20,2 млн. т
Потенциал ВИЭ в год		
Гидроэнергетика	19,85	162,7 млрд. кВт·ч
МикроГЭС	1,72	5-8 млрд. кВт·ч
Солнечная энергия	41,6	
Геотермальные источники	20,9	
Ветер	4,3	
Биогаз	1,21	

Энергоснабжение жилых помещений от возобновляемых источников энергии: справочно-метод. Пособие / В.П. Пантелеев, И.А. Аккозиев, И.И. Галанина, Э.С. Богомбаев – Б.: 2009. – С. 135.

Пассивное использование солнечной энергии



Летом – в июне



Зимой

с. Ак-Суу (Теплоключенка), Иссык-Кульская обл.

Гостевой дом с пассивным использованием солнечной энергии

*Проектирование и строительство здания произведено ОФ «СЕЕВА» –
Кыргызстан*

Пассивное использование солнечной энергии



Дом с теплицей, пристроенной к южной стороне дома.

Иссык-Кульская обл. с. Григорьевка

Энергоэффективные солнечные теплицы



с. Петровка, Московский район, Чуйская область

Размер 20×5 м

Солнечные водонагревательные установки



Самодельный солнечный водонагреватель. Предназначен для получения горячей воды в весенне-летне-осенний период года.

Изготовили ученики Эколого-экономического лицея № 65 г. Бишкек.

Солнечная энергия в сельском хозяйстве



Солнечная сушилка для овощей , фруктов, трав
и др. продуктов

Параболическая солнечная печь



г. Бишкек, производственная база ОФ «Флюид».
Производство – ОФ «Флюид» – Кыргызстан.

Солнечные водонагревательные установки



Плоский солнечный коллектор для горячего водоснабжения – 80 л – 2 шт.

г. Бишкек, ул. Панфилова (автомойка «Колеса.kg»)

Солнечные водонагревательные установки



**Вакуумный солнечный коллектор для горячего водоснабжения
– 100 л.**

г. Бишкек ул. Шукурова, 14

Солнечные водонагревательные установки



Система вакуумных коллекторов площадью 16 м² (8 коллекторов) с общей емкостью баков-накопителей 1200 л (4 бака) для ГВС.

г. Бишкек, гостиница Holi Day.

Поставку и монтаж оборудования произвела компания «Климат технолоджи»

Солнечное электричество



**Вакуумный солнечный коллектор на 100 л. (справа) для ГВС столовой.
Фотоэлектрическая станция мощностью 2 кВт (слева) для
электропитания здания школы (12 м²).
*Иссык-Кульская обл., Тонский район, школа села Кок-Мойнок 2***

Солнечное электричество



Фотоэлектрическая станция мощностью 3 кВт для электроснабжения здания детской инфекционной больницы (30 м²).
Ошская обл., Алайский район, с. Гульча, Алайская территориальная больница

Барьеры развития использования ВИЭ в Кыргызстане

- Слабая информированность населения о возможностях использования ВИЭ.
- Высокая стоимость оборудования по использованию ВИЭ
- Недостаточное развитие рынка ВИЭ и сервисной базы
- Недостаточное развитие программы подготовки специалистов в области ВИЭ
- Недостаточное финансирование со стороны государства
- Слабое вовлечение зарубежных и местных инвестиций.
- Недостаточно развитая законодательная база

Программы поддержки развития солнечных технологий

- Благодаря государственной программе, компенсирующей до 70 процентов затрат на так называемую «соляризацию» домов и льготы при оплате, в Германии на «солнечное» электричество переходит до полумиллиона кв. метров крыш в год. Первый гос. проект финансовой поддержки владельцев «солнечных» домов был принят в Германии еще в 1990 году и назывался тогда «1000 солнечных крыш». Вслед за Германией подобный проект, но уже под названием «100 000 солнечных крыш» был принят для всех стран-членов ЕС. В Японии и США аналогичные проекты назывались соответственно «70 000 солнечных крыш» и «1 000 000 солнечных крыш». Даже Монголия присоединилась к новому движению: «100 000 солнечных юрт» - так назывался ее проект.
- В Голландии недалеко от городка Херхюговард создан экспериментальный район, названный «Город Солнца». Электроэнергия здесь вырабатывается с помощью солнечных панелей, установленных на крышах домов. В среднем один дом в «Городе Солнца» вырабатывает до 25 кВт электроэнергии. В перспективе предполагается увеличить общую мощность «Города Солнца» до 5МВт.

Концепция сетевого энергообеспечения от индивидуальных поставщиков солнечной энергии.



Солнечное электричество



Главный олимпийский стадион в Пекине «Гнездо птицы» вошел в десятку лучших архитектурных сооружений 21 века. Одной из его особенностей является то, что освещение стадиона обеспечивается энергией от солнечных батарей, размещенных на крыше и стенах сооружений.

Солнечное электричество



PV-станция «Омао Солар», Activ Solar, Украина, 80МВт

Солнечное электричество



Солнечная теплостанция с гелиостатным полем.
CSP-станция Gemasolar, Андалусия, Испания, 20МВт

Солнечное электричество



Солнечная теплоэлектростанция с параболоцилиндрическим концентратором Nevada Solar One

Проекты будущего



CSP-станции Desertec, Сахара, Африка, Персидский залив, 110ГВт.
Анонсированный проект

Проекты будущего



Концепция «зеленого» города Масдар-Сити, ОАЭ
Анонсированный проект

Классификация солнечных установок

- 1. солнечные установки, преобразующие энергию солнца в тепловую энергию;**
- 2. солнечные установки, преобразующие энергию солнца в электрическую энергию;**
- 3. Солнечные устройства, использующие энергию солнечного света.**

- 4. Концентраторы**

Солнечные установки по преобразованию солнечной энергии в тепло:

- **солнечные коллекторы**, которые в свою очередь делятся на:
 - **водяные (жидкостные) коллекторы** (интегрированные, плоские, вакуумированные);
 - **воздушные коллекторы** (воздушные коллекторы для отопления, для поддержания производственных технологических процессов, солнечные сушилки);
- **солнечный пруд;**
- **системы пассивного солнечного отопления** (солнечные теплицы, системы пассивного солнечного дома);

Солнечные установки по преобразованию солнечной энергии в тепло:

- системы солнечного охлаждения;**
- солнечные опреснители;**
- солнечные насосы;**
- солнечные печи для приготовления пищи;**
- промышленные солнечные печи для обеспечения технологических процессов (плавка металлов, высокотемпературного пластика и др.).**

Солнечные установки по преобразованию солнечной энергии в электрическую:

- **термоэлектрические станции** (солнечная энергия сначала преобразуется в тепловую энергию пара, а затем в электрическую);
- **фотоэлектрические станции** (с прямым преобразованием солнечной энергии в электрическую).

Технологии, использующие солнечный свет напрямую:

- Естественное солнечное освещение помещений в зданиях с помощью окон;**
- Световоды солнечного света для освещения помещений без окон.**

Солнечные установки с концентраторами

- **Водяные коллекторы с концентраторами**
- **Солнечные печи для приготовления пищи**
- **Промышленные солнечные печи для технологических процессов**
- **Термоэлектрические станции с концентраторами**
- **Фотоэлектрические станции с концентраторами**

**Благодарю за
внимание!**