

Солнечная энергетика в Центральной Азии

Центральная Азия обладает огромным потенциалом для развития солнечной энергетики. В этой презентации мы рассмотрим различные виды солнечной энергии, их преимущества, а также количественные и качественные характеристики солнечного потенциала региона.





МИРОВОЙ ЭКОНОМИЧЕСКИЙ КРИЗИС

Возобновляемые
источники энергии

ПРОЯВЛЕНИЯ



Природные



Геополитические



Социально-
экономические

ПОСЛЕДСТВИЯ



Экологический кризис



Многополярный мир



Индустриализм

ЭНЕРГЕТИКА



Гармонизация энергетики и
природы



Сетевая инфраструктура

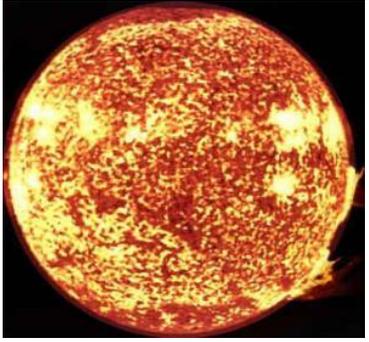


Эволюция технологии



НЕОБХОДИМАЯ ЭНЕРГИЯ ДЛЯ ЖИЗНИ

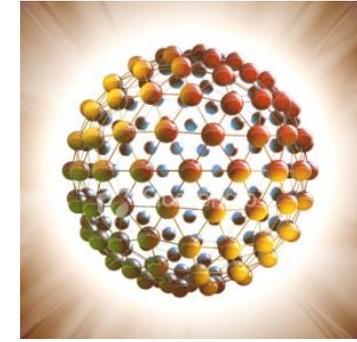
Возобновляемые источники энергии



Солнечная



Гравитационная



Атомная



Геотермальная



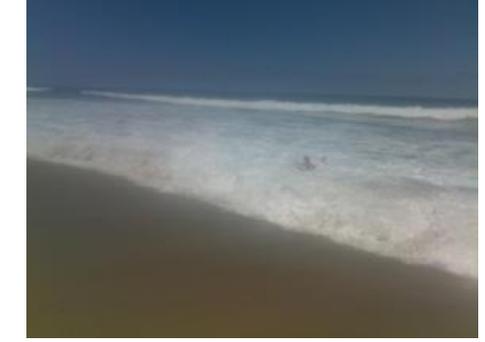
Биомасса



Ветер



Нефть, газ, уголь



Волновая

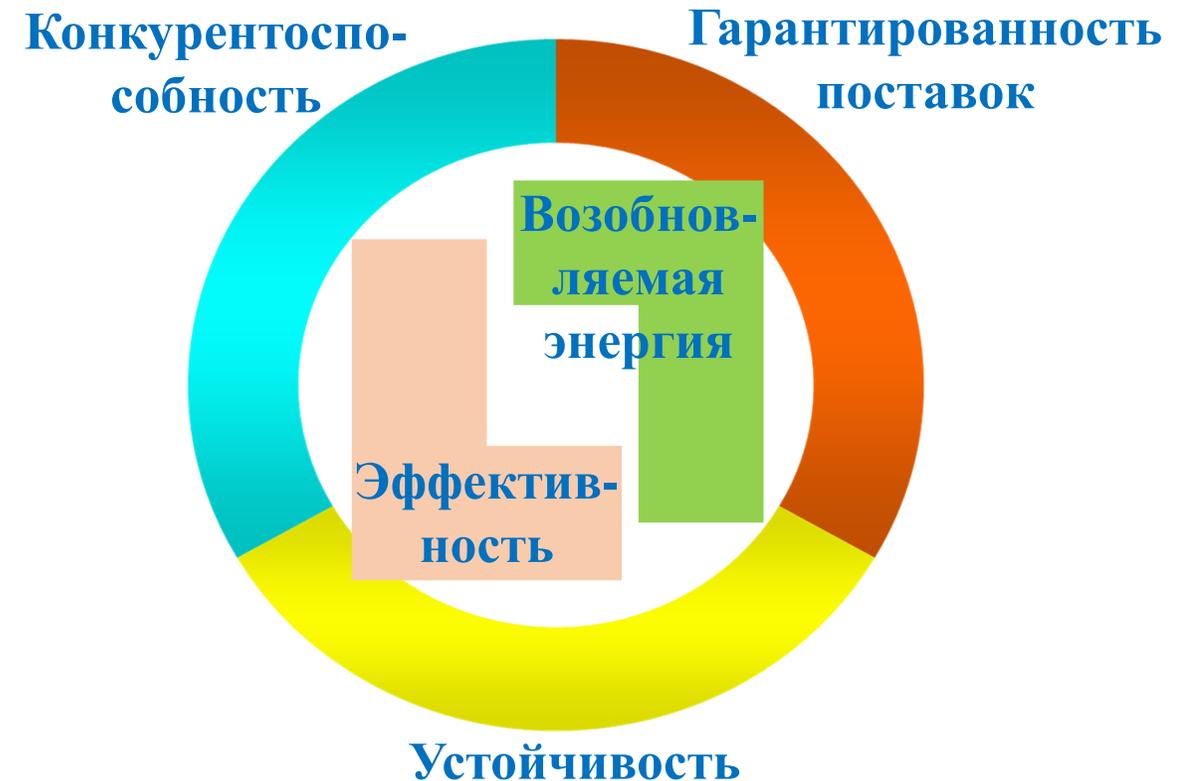
Солнечная энергия порождает: ветер, волны, биомасса, нефть, газ, уголь и т.д.



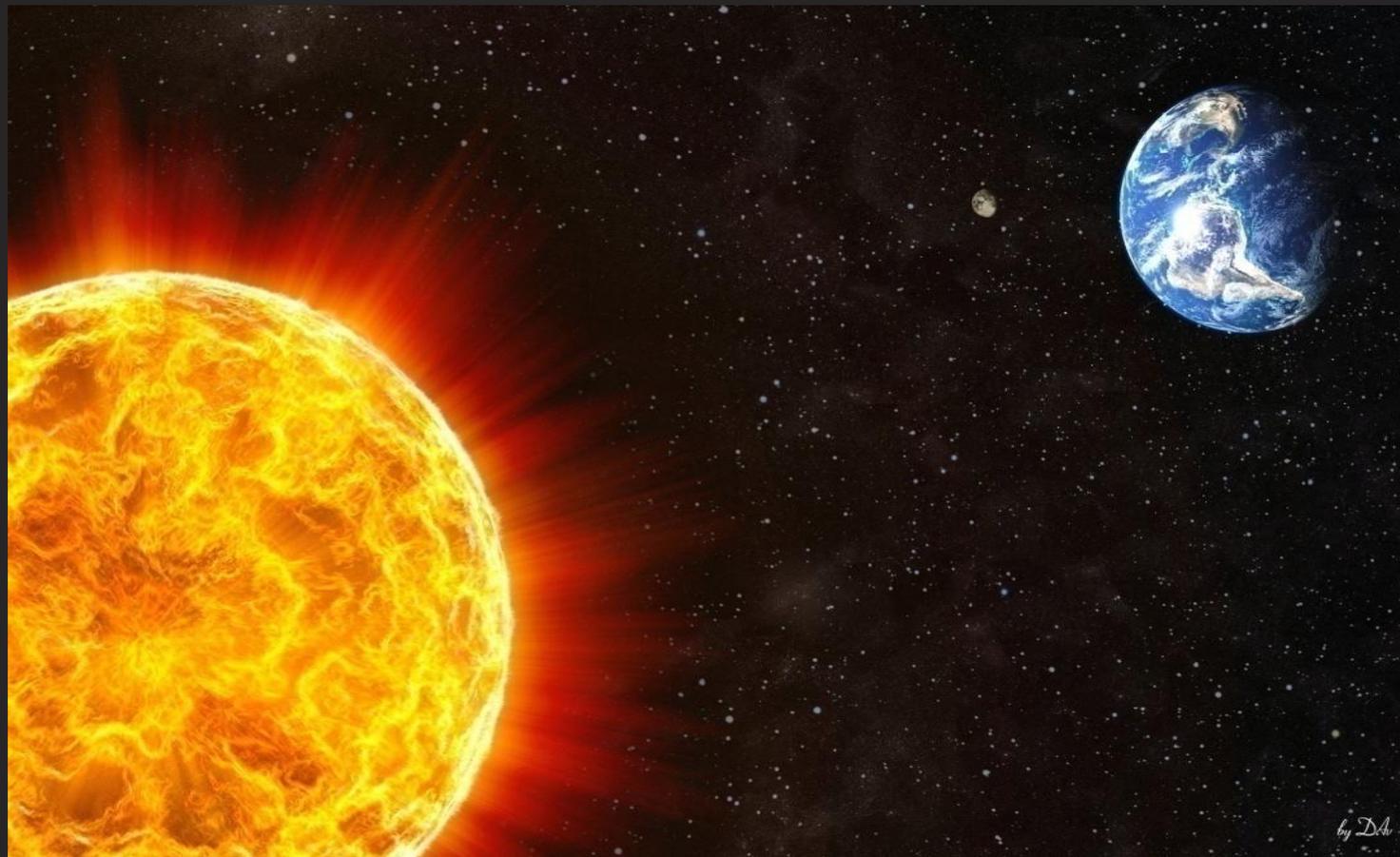
ПОЧЕМУ ИМЕННО СОЛНЕЧНАЯ ЭНЕРГИЯ?

Возобновляемые
источники энергии

1. Солнечное тепло и электричество – чистое;
2. Выработка электроэнергии происходит бесшумно;
3. Солнечное электричество доступно почти каждому в мире;
4. Солнечных ресурсов в тысячи раз больше годовой потребности человека в энергии;
5. Низкие эксплуатационные расходы;
6. Гарантированная энергия;
7. Сохранения окружающей среды.

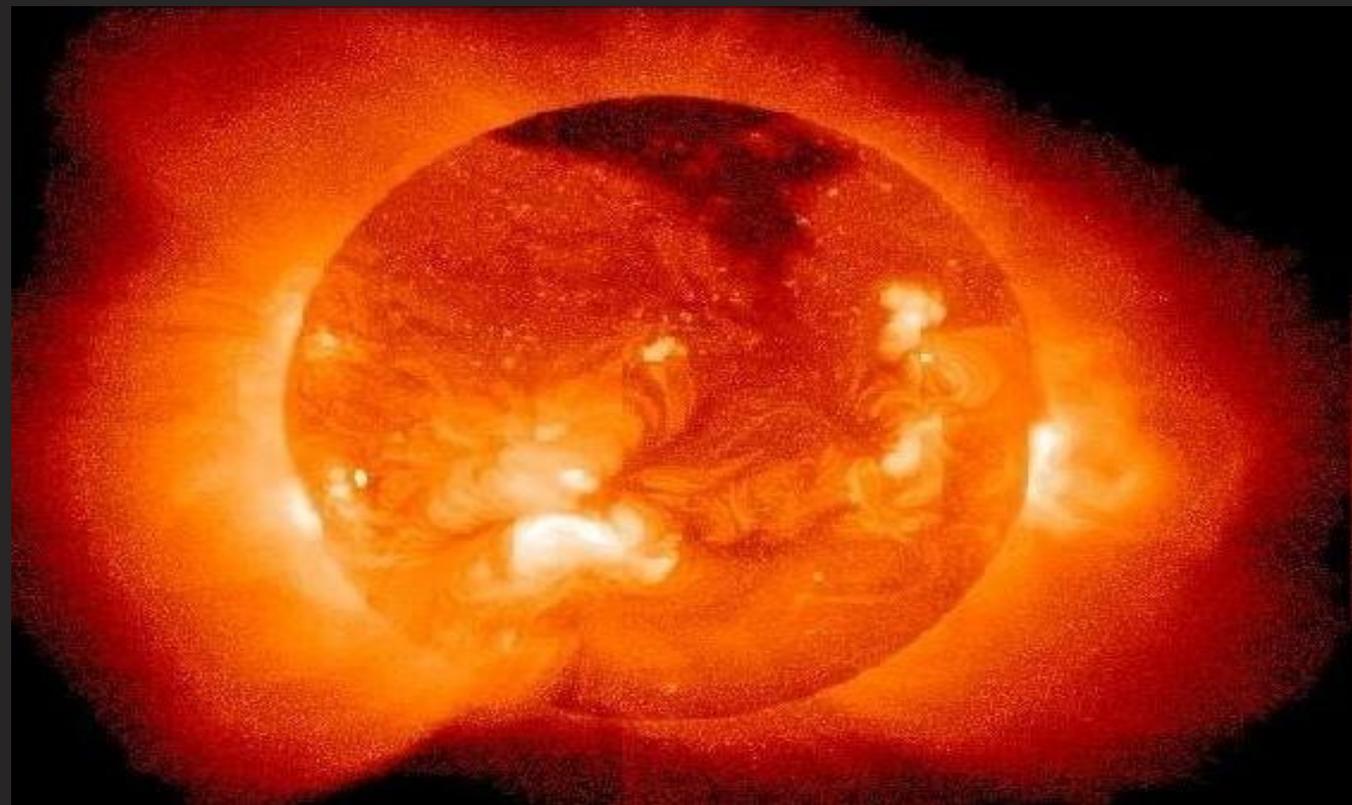


Основным источником энергии физических процессов, происходящих в атмосфере и на поверхности Земли, является лучистая энергия Солнца



Солнце представляет собой газовый шар радиусом 695300км. Радиус Солнца в 109 раз больше радиуса Земли (экваториальный 6378,2км, полярный 6356,8км). Солнце состоит в основном из водорода (64%) и гелия (32%). На долю остальных приходится всего 4% его массы.

Энергия Солнца



- На Солнце происходит термоядерная реакция;
- Солнце излучает в окружающее пространство энергию, равную примерно $5,3 \cdot 10^{24}$ ккал/год на 1 км^2 поверхности Земли, что эквивалентно 145 млн. атомных реакторов, $t \ 6000^\circ\text{C}$;
- Земля получает одну двухмиллиардную долю всей энергии Солнца, если бы вся энергия Солнца попадала на Землю, она испарилась бы в течении 24 часов.

Интенсивность солнечной радиации, поступающей на верхнюю границу атмосферы при среднем расстоянии от Земли до Солнца ($149,5 \cdot 10^6$ км) на поверхность, перпендикулярную солнечным лучам, называют солнечной постоянной.

По данным внеатмосферных измерений солнечная постоянная составляет 1367 Вт/м^2 , или $1,98 \text{ кал/см}^2 \cdot \text{мин}$.

Мощность потока солнечной радиации в Международной системе единиц СИ выражается в ваттах на 1 кв.м (Вт/м^2).

В метеорологии поток солнечной радиации обычно выражают в калориях на площадь в 1 см^2 за минуту ($\text{кал/см}^2 \cdot \text{мин}$).

Поток радиации, составляющий $1 \text{ кал/см}^2 \cdot \text{мин}$, равен 698 Вт/м^2 .

Приход радиации на верхнюю границу атмосферы меняется в зависимости от расстояния Земли до Солнца, которое в течение года не остается постоянным вследствие эллиптичности земной орбиты.

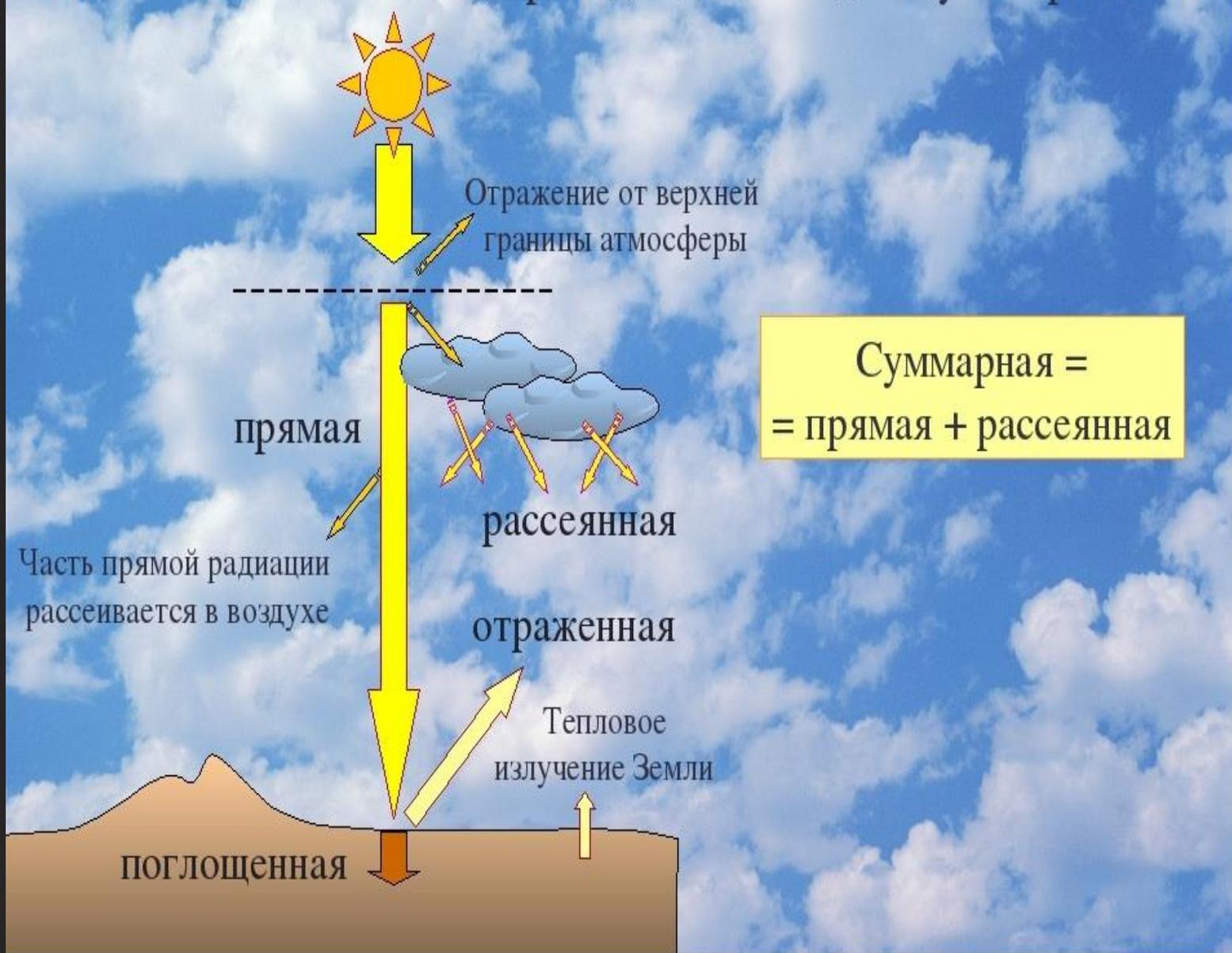
Наименьшее расстояние Земли от Солнца (перигелий) составляет $147 \cdot 10^6$ км – 2 января.

Наибольшее удаление Земли от Солнца (афелий) равно $152 \cdot 10^6$ км – 5 июля.

Виды солнечной радиации

Солнечная радиация

Количество тепла и света, приходящееся на единицу поверхности.



• **ПРЯМАЯ СОЛНЕЧНАЯ РАДИАЦИЯ S** – радиация, поступающая от Солнца в атмосферу и затем на земную поверхность в виде пучка параллельных лучей.

• **РАССЕЯНАЯ РАДИАЦИЯ D** – часть солнечной радиации в результате рассеяния атмосферой уходит обратно в космос, но значительная ее часть поступает на Землю в виде

рассеянной радиации.

• **СУММАРНАЯ РАДИАЦИЯ Q** – состоит из рассеянной и прямой радиации на горизонтальную поверхность.

• Суммарная радиация, дошедшая до земной поверхности, частично отражаясь от нее, создает отраженную солнечную радиацию (R_k), направленную от земной поверхности в атмосферу.

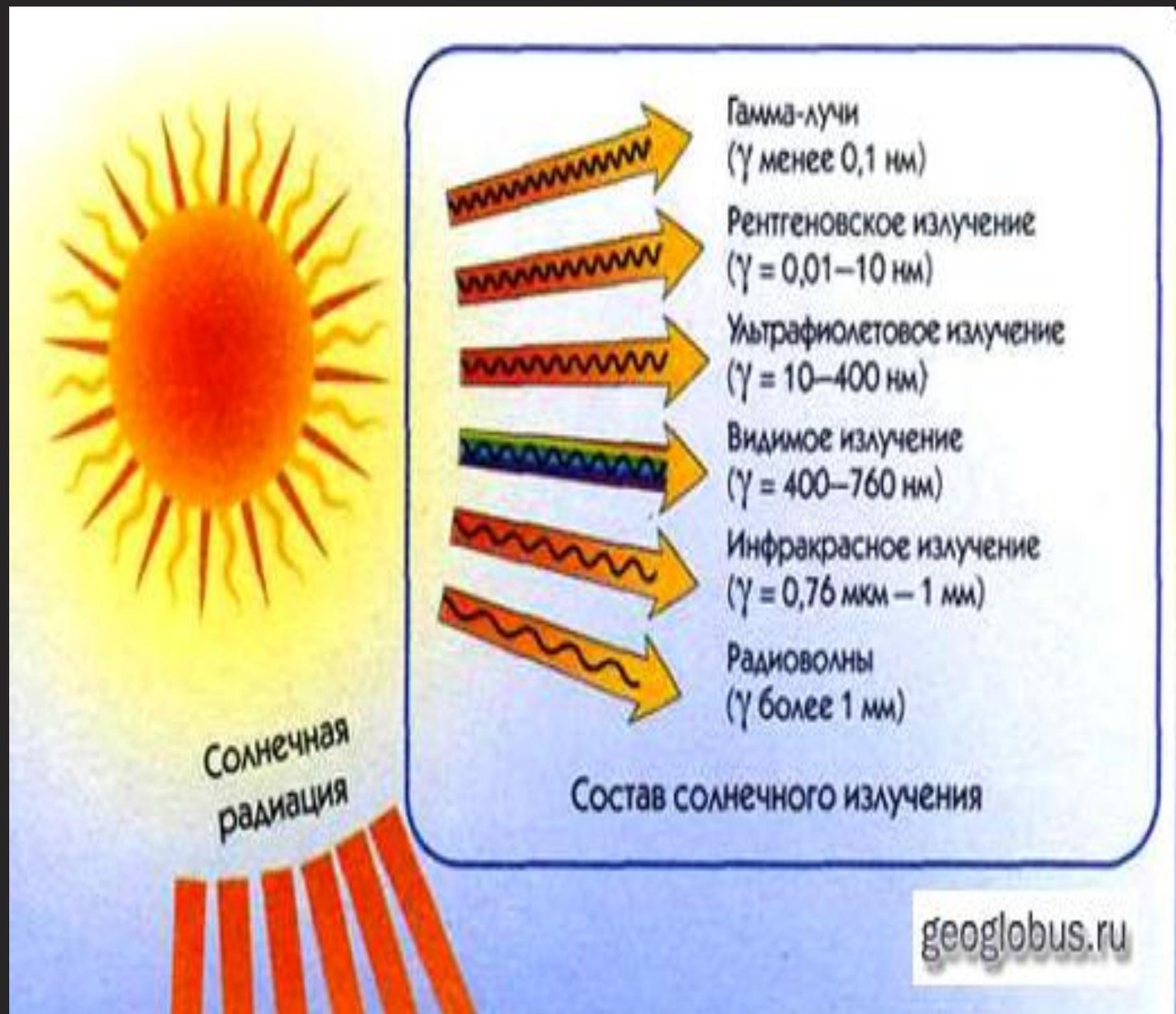
$$Q = S + D + R_k$$

СОЛНЕЧНАЯ РАДИАЦИЯ И РАДИАЦИОННЫЙ БАЛАНС



Спектр излучения

- Коротковолновая - 0,1-4 мкм (99% поступает к Земле);
- Длинноволновая – 4-100 мкм.
- УФ – 0,1-0,39 мкм;
(лучистой энергии 9%)
- ВС – 0,4-0,76 мкм;
(лучистой энергии 47%)
- ИК – 0,76-4 мкм.
(лучистой энергии 44%)



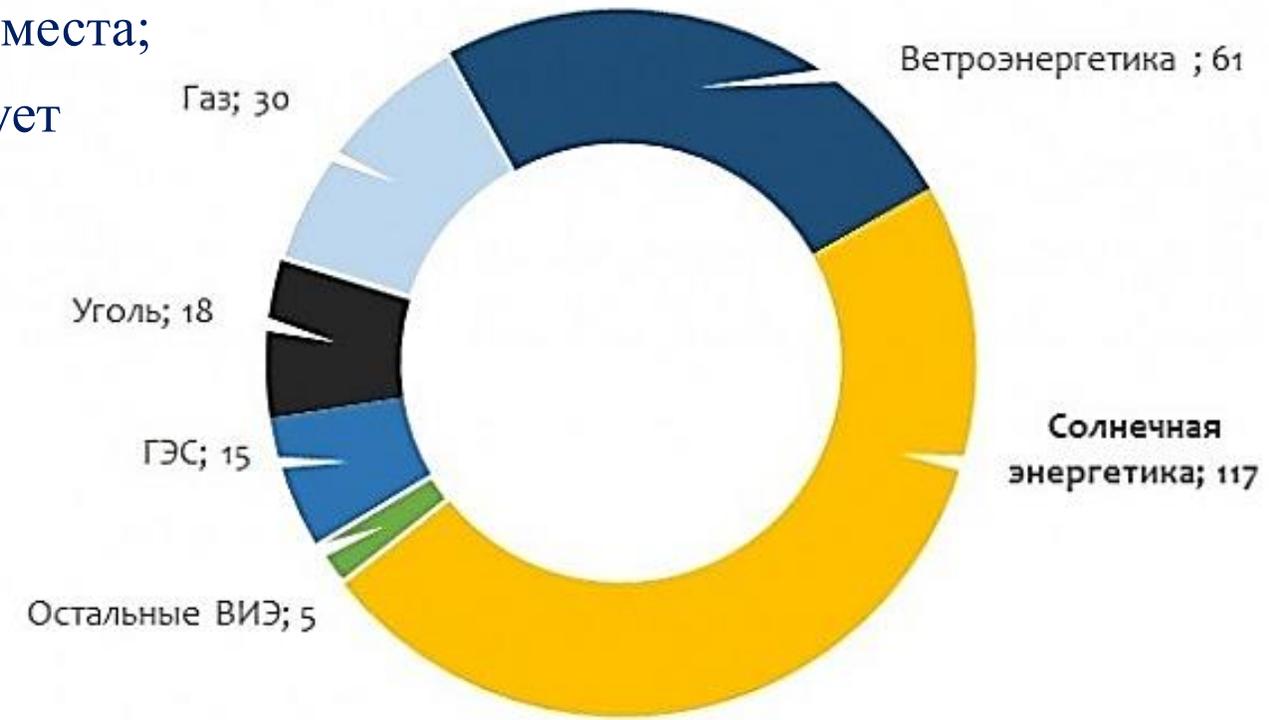


ПОТЕНЦИАЛЬНЫЕ ВЫГОДЫ РАЗВИТИЯ СОЛНЕЧНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ

Возобновляемые источники энергии

- ✓ Электростанции на природном газе обеспечивают гибкость интегрирования в энергосистему солнечных электростанций;
- ✓ Повышается доля природного газа в экспорте;
- ✓ Растет экономика и создаются новые рабочие места;
- ✓ Модульное повышение мощности оптимизирует капитальные затраты;
- ✓ Возрастает национальный вклад в
- ✓ Соглашение по климату в Париже (COP21);
- ✓ Сокращается импорт энергии;
- ✓ Снижается уровень загрязнений;
- ✓ Диверсифицируются ресурсы;
- ✓ Стабилизируются цены.

Чистый прирост мощностей электроэнергетики в мире в 2020 году (ГВт)



Климат и природные условия Центральной Азии

Солнечное сияние

Центральная Азия находится в зоне с одним из самых высоких показателей солнечного излучения в мире. Среднегодовая продолжительность солнечного сияния составляет от 2500 до 3000 часов.

Температурные условия

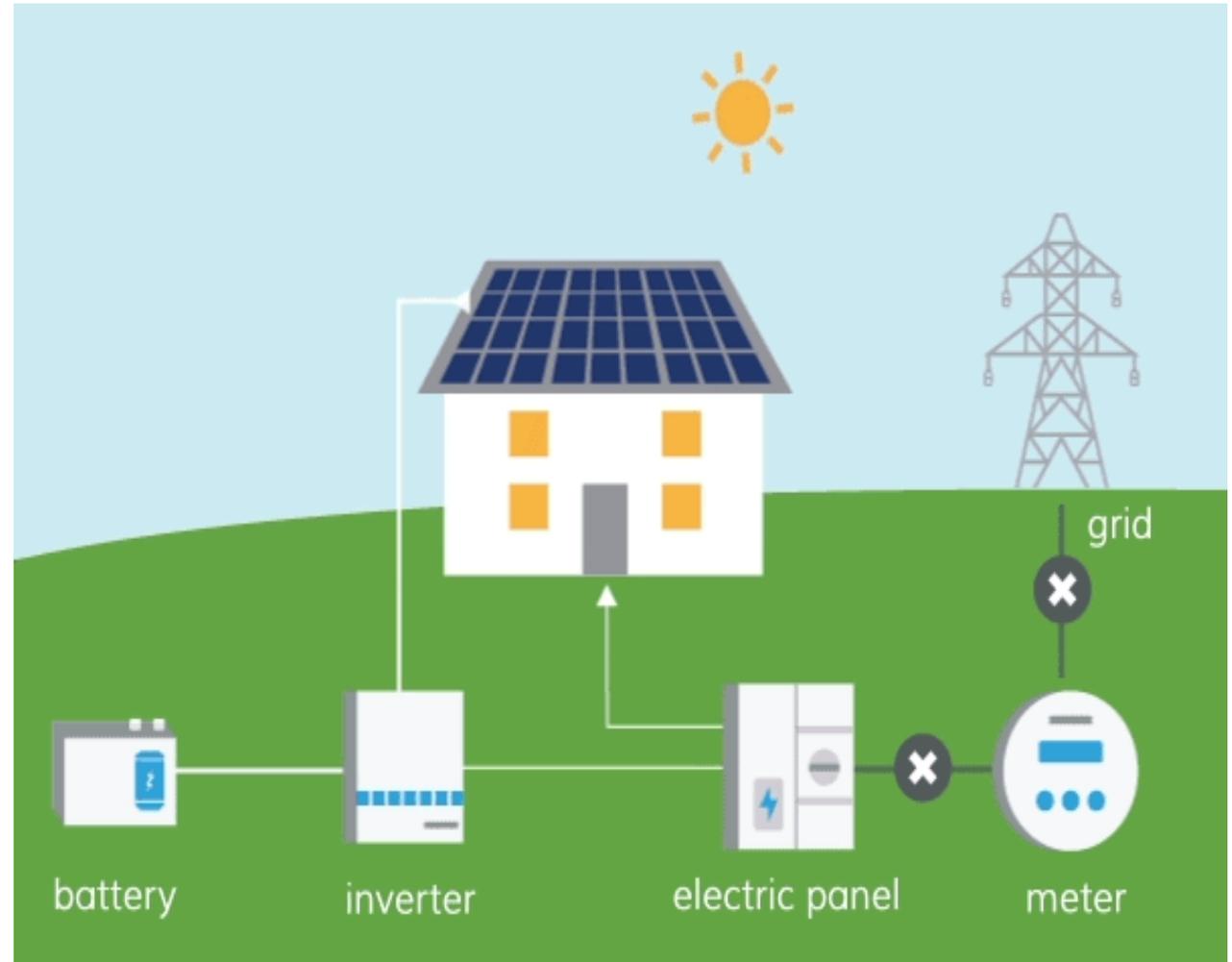
Континентальный климат с жаркими сухими летами и умеренно холодными зимами, что благоприятно для работы солнечных электростанций.



ПРИМЕНЕНИЕ

Возобновляемые источники энергии

- Электроснабжения частных домохозяйств и промышленных объектов;
- Обогрева помещений любого размера и предназначения – от квартир и частных домов до сельскохозяйственных теплиц и животноводческих ферм;
- Нагрева воды или превращения ее в пар с целью преобразования в тепловую и механическую;
- Освещения домов, улиц, зеленых зон и прочих объектов, и территорий, особенно не имеющих возможности подключиться к электросетям;
- Использование водоподъемных и оросительных насосов;

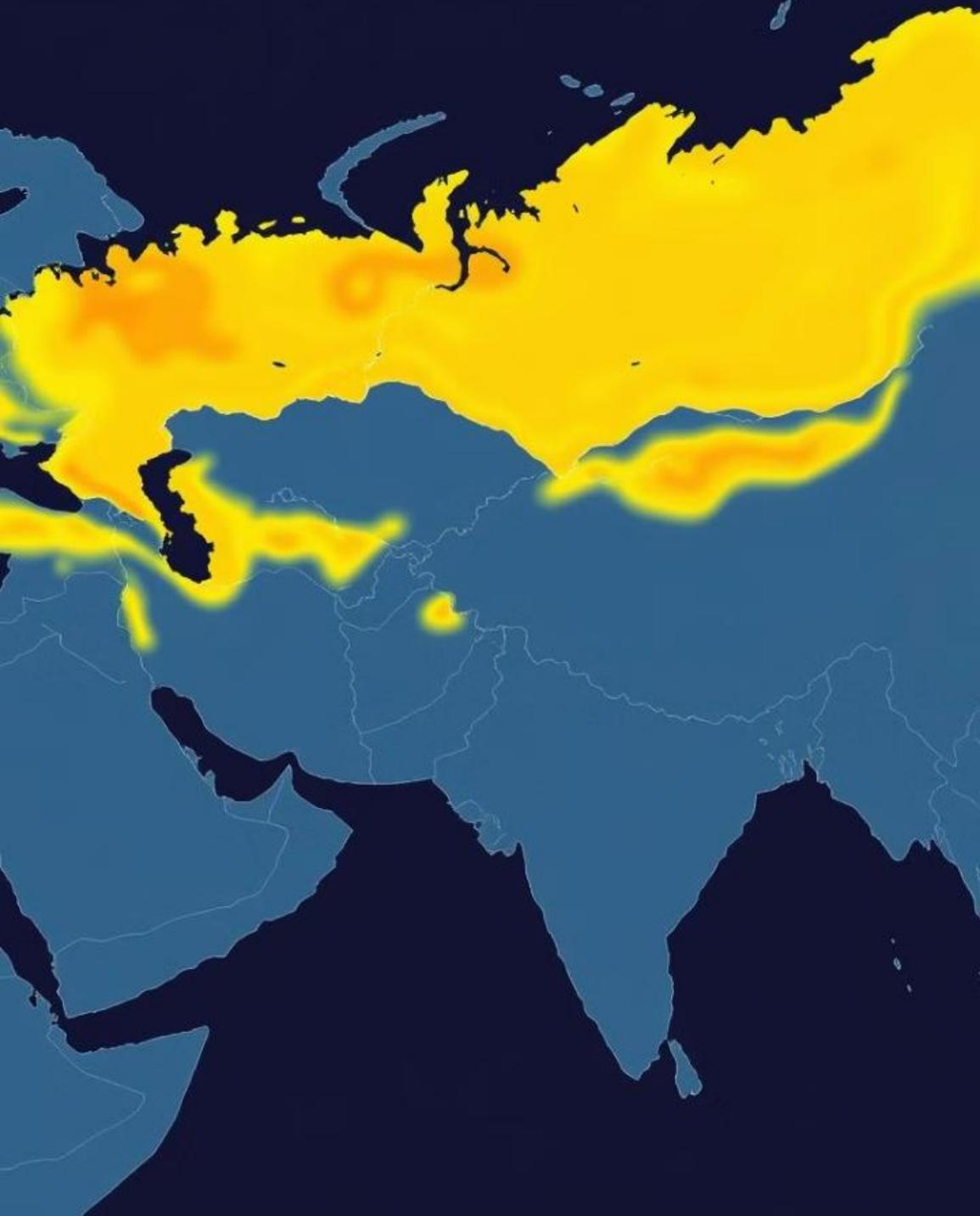




НЕДОСТАТКИ

- ✓ Непостоянство. За счет того, что солнечный свет отсутствует в ночное время, а также в пасмурные и дождливые дни;
- ✓ Высокая стоимость аккумулирования энергии;
- ✓ Необходимость очистки поверхности панель от загрязнения;
- ✓ Использования больших площадей;
- ✓ Применение дорогостоящих и редких материалов;
- ✓ Эффективность не очень высока;
- ✓ Низкая мощность на квадратный метр;
- ✓ Высокая стоимость. Несмотря на то, что установка солнечной электростанции является достаточно дорогостоящим мероприятием, такая инвестиция себя оправдывает.





Количественные показатели солнечного потенциала

6500

Солнечная инсоляция

Среднегодовой показатель солнечной энергии на 1 м² поверхности в регионе составляет 6500 Вт·ч.

4.5M

Площади для ФЭС

Более 4.5 млн га подходящих пустынных и полупустынных земель для размещения фотоэлектрических станций.

1.5T

Потенциал генерации

Оценочный потенциал выработки солнечной электроэнергии в Центральной Азии - 1.5 трлн кВт·ч в год.



ОЦЕНКА СОЛНЕЧНЫХ РЕСУРСОВ

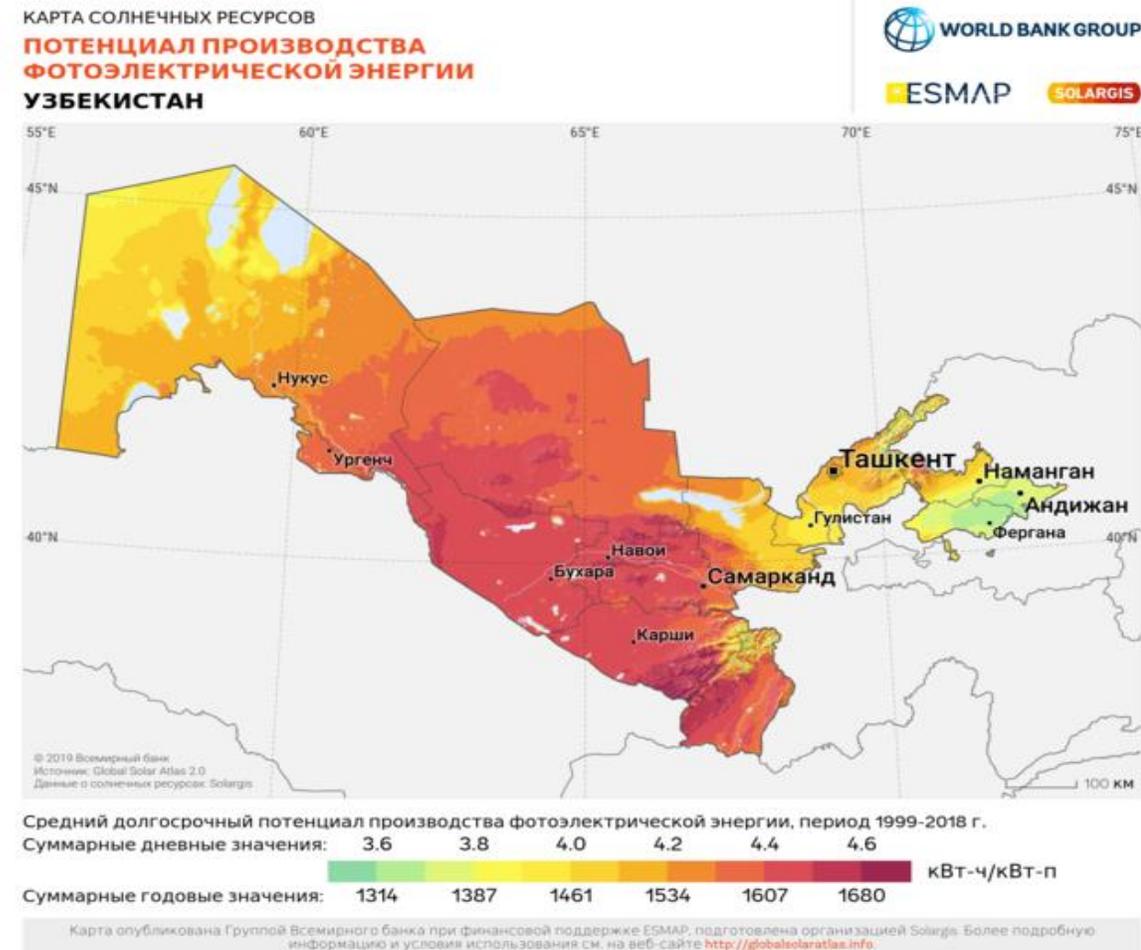
Возобновляемые
источники энергии

Солнечная электростанция должна быть расположена в местах, в которых имеется достаточно пригодной земли вблизи от мест потребления.

Важными критериями являются:

- ✓ Расстояние до дороги;
- ✓ Расстояние до сети;
- ✓ Расстояние до пункта водоснабжения;
- ✓ Хранение воды;
- ✓ Очистка воды;
- ✓ Прямая и глобальная солнечная радиация;
- ✓ Средняя скорость ветра;
- ✓ Температура окружающей среды;
- ✓ Наличие квалифицированных кадров.

Все эти параметры влияют на стоимость станции.





Необходимость разных методов анализа:

- Прогнозы спроса;
- Анализ рентабельности;
- Расширение сети;
- Интеграция в сеть/себестоимость производства.

Сопоставление ресурсов и оценки технических возможностей:

- Предоставление исследовательской информации;
- Подъем частного сектора и осведомленность инвесторов;
- Планирование линий энергопередачи и зон возобновляемой энергии.



Качественные характеристики солнечной энергии

Экологичность

Солнечная энергетика - один из самых чистых и возобновляемых источников энергии, не производящих вредных выбросов.

Надежность

Солнечные электростанции отличаются высокой надежностью и долговечностью, с минимальными эксплуатационными издержками.

Неисчерпаемость

Солнечная энергия является неисчерпаемым ресурсом, доступным в изобилии в Центральной Азии.

Виды солнечной энергии

Фотоэлектрическая

Преобразование солнечного света в электричество с помощью фотоэлектрических панелей.

Термальная

Использование солнечного тепла для обогрева зданий и получения горячей воды.

Концентрированная

Сосредоточение солнечной энергии с помощью зеркал для выработки пара и вращения турбин.

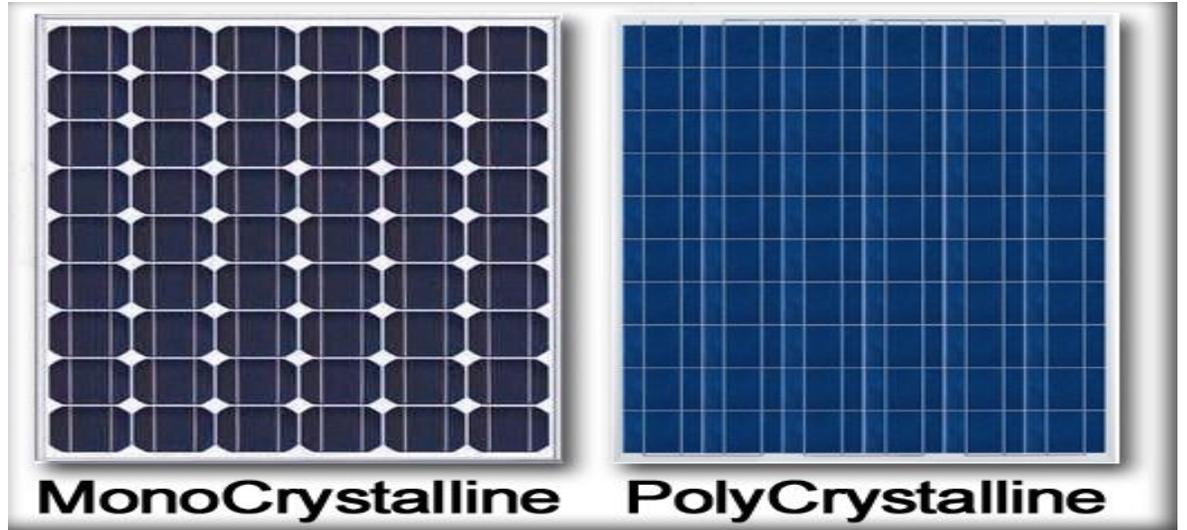




ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ (PV) ЭНЕРГИЯ

Возобновляемые
источники энергии

Производственно-сбытовые цепочки Фотоэлементов (Кристаллическая)



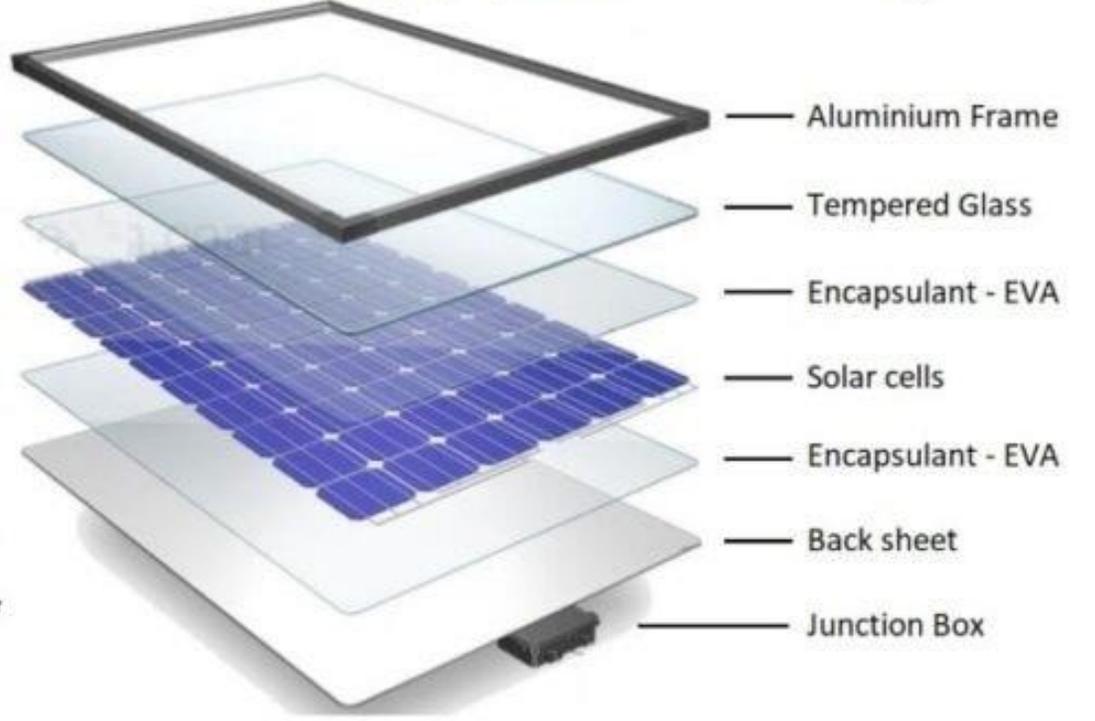
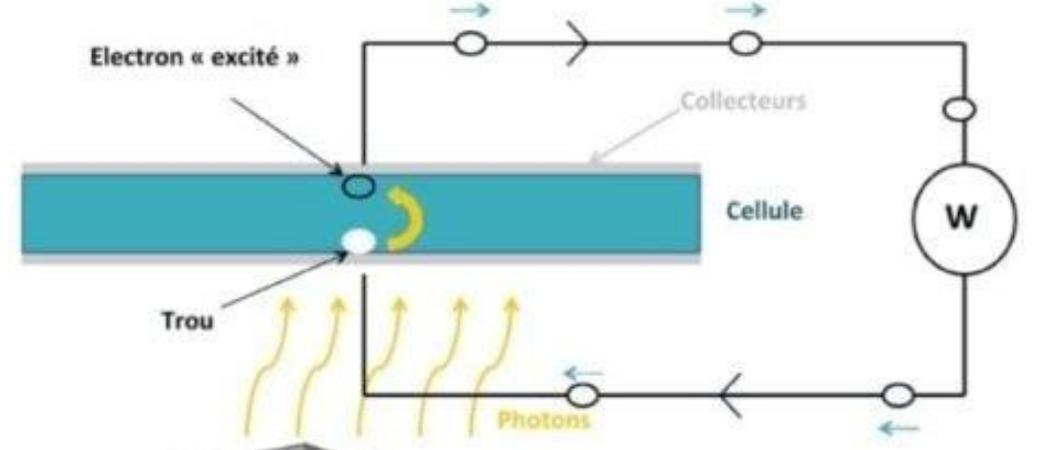
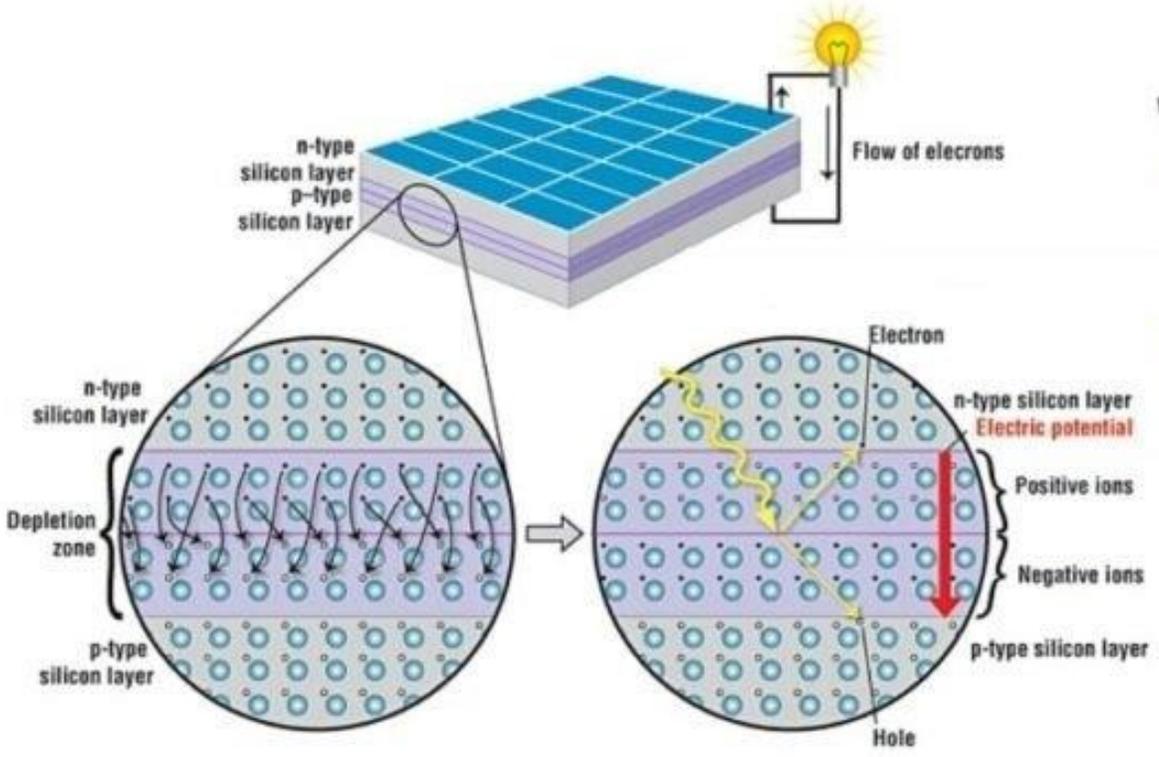
ОСНОВНЫЕ ОТЛИЧИЯ МОДУЛЕЙ

Параметр	Монокристалл	Поликристалл
Толщина	$\leq 300\mu\text{m}$	300~500 μm
Цвет	Черный	Темно-синий
КПД	15%~23%	12%~17%
Стабильность параметров	Высокая стабильность	Высокая стабильность, но ниже, чем у монокристаллических элементов



ПРИНЦИП ДЕЙСТВИЯ

Возобновляемые источники энергии



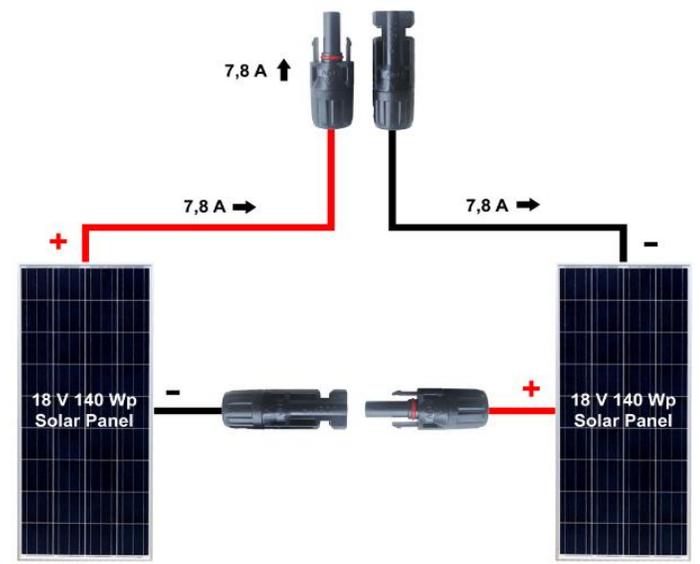


СОЕДИНЕНИЕ СОЛНЕЧНЫХ ПАНЕЛЕЙ

Возобновляемые источники энергии

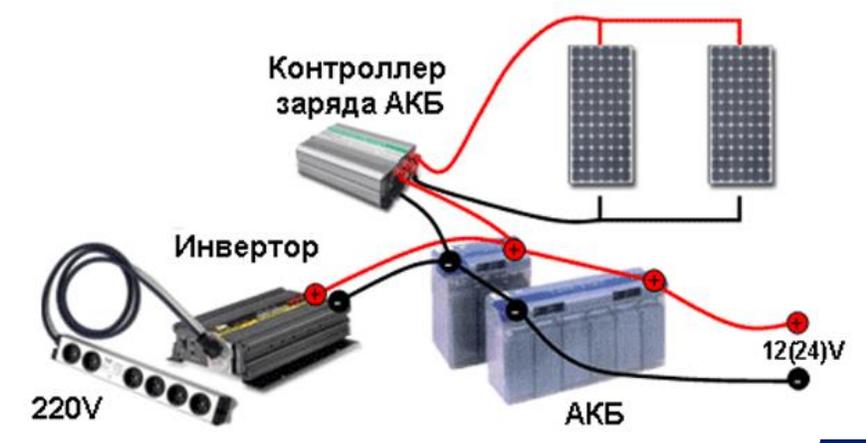
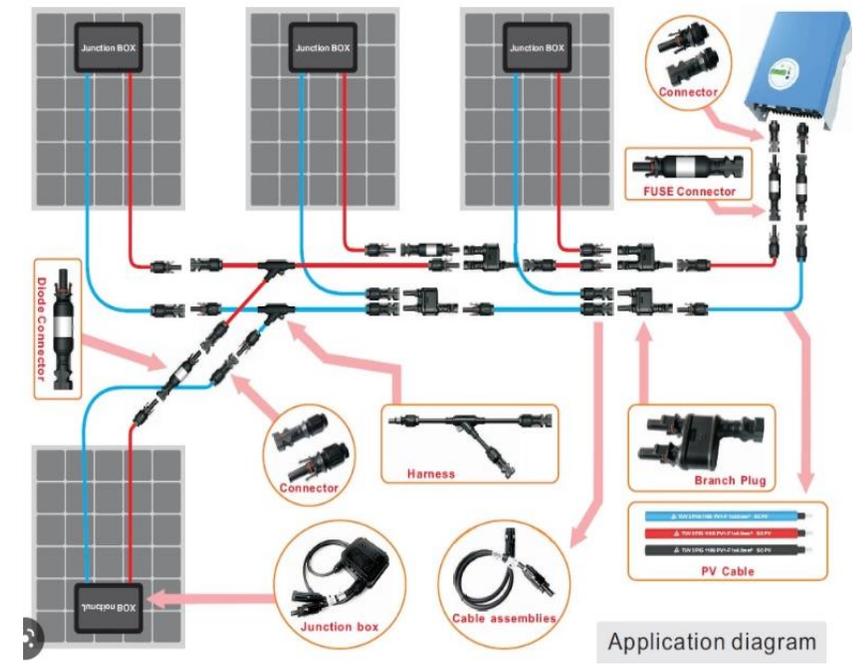
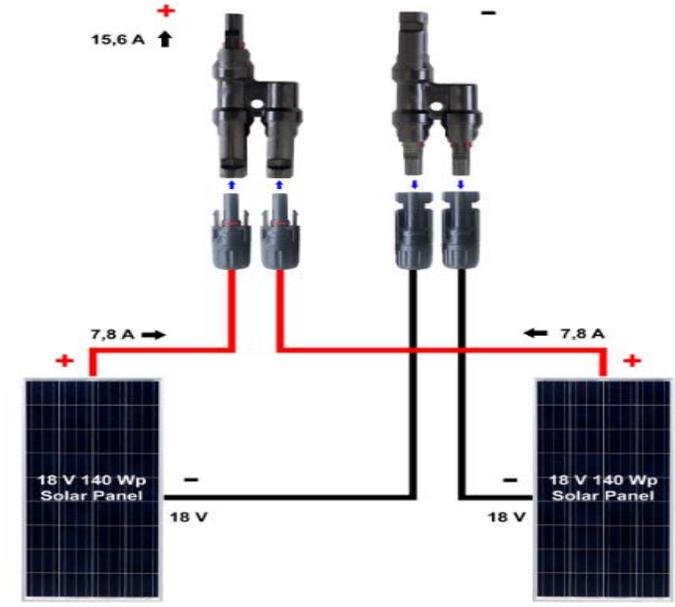
Serial

$$7,8 \text{ A} * 36 \text{ V} = 280 \text{ Wp}$$



Parallel

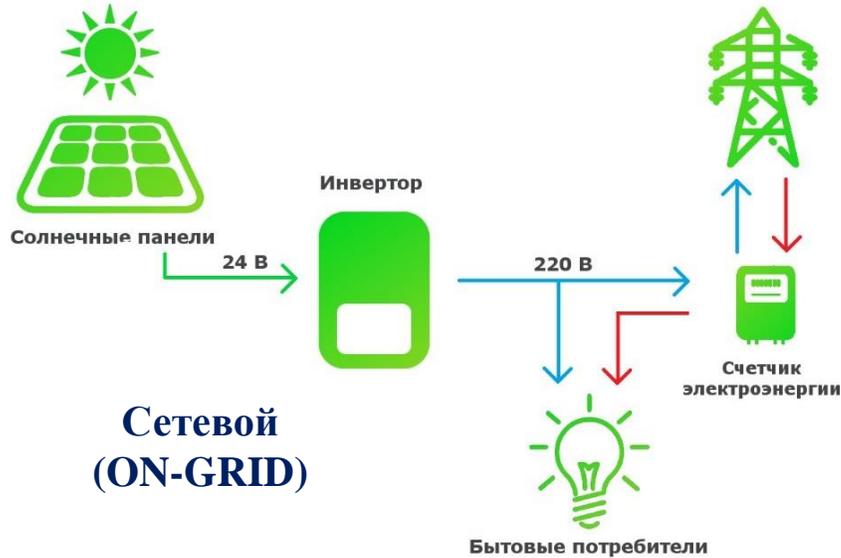
$$15,6 \text{ A} * 18 \text{ V} = 280 \text{ Wp}$$





ИНВЕРТОРЫ ДЛЯ СОЛНЕЧНЫХ ПАНЕЛЕЙ

Возобновляемые источники энергии

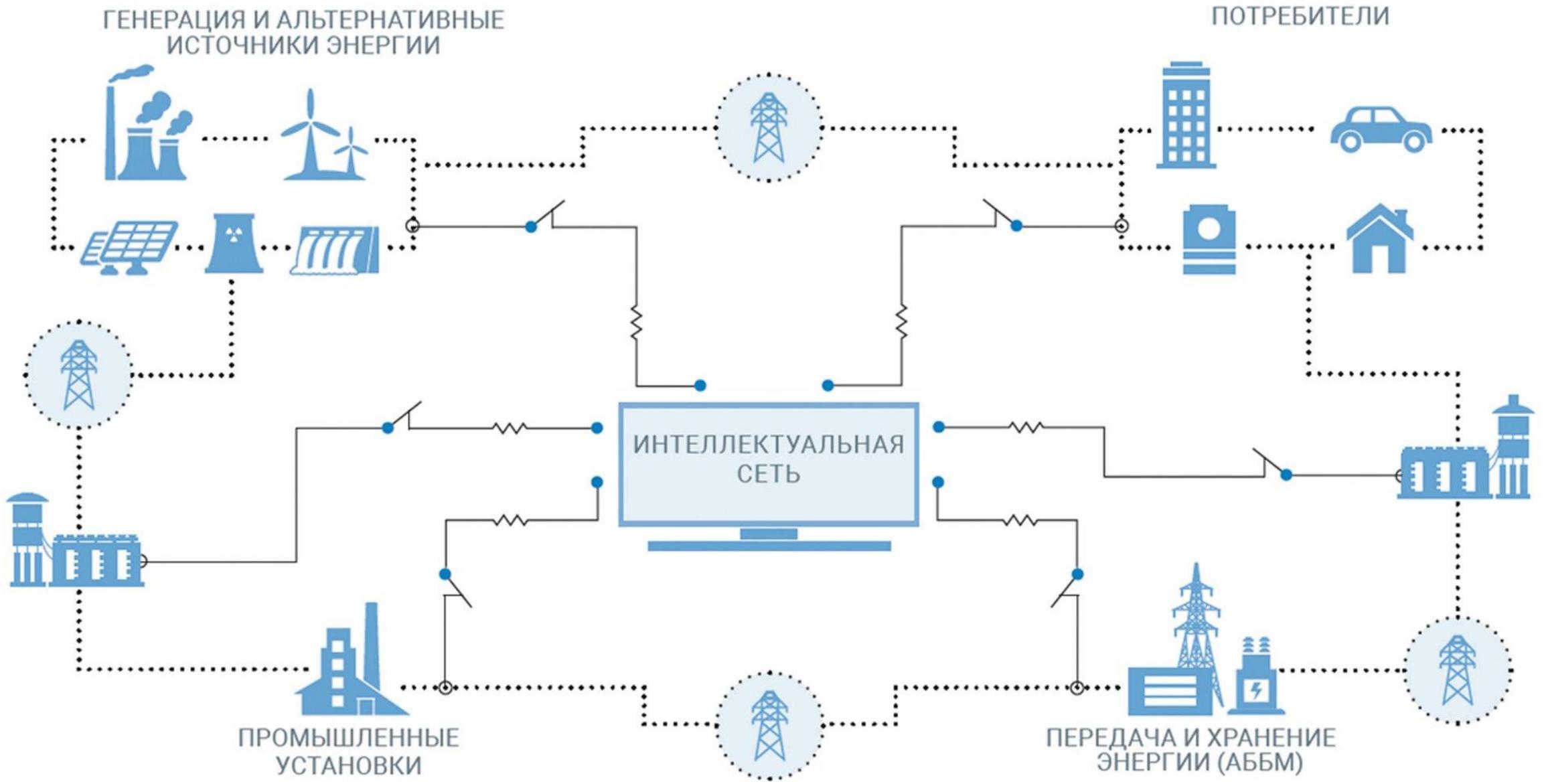


- ← **Off-Grid инвертор** - Мустақил ишлай оладиган ва ўзининг юкларини ўзгармас ток билан таъминлай олади.
- ← **On-Grid инвертор** - Мустақил ишлай олмайди, лекин марказий электр тармоғи билан синхрон ишлай олади.
- ← **Гибрид инвертор** - Ўзгармас ток контроллерига эга бўлган Off-Grid инверторидир.
- ← **Smart On-Grid инвертор** - Марказий электр тармоғи билан синхрон ишлай олади ҳамда ўзининг ўзгармас ва ўзгарувчан тоқларни назорат қилиш имконияти мавжуд.



ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ СЕТЬ (SMART GRID)

Возобновляемые источники энергии



Реализованные проекты в регионе



Солнечные фермы

В Казахстане, Узбекистане и Туркменистане строятся крупные солнечные электростанции мощностью до 100 МВт.



Распределенная генерация

Активно развивается установка солнечных панелей на крышах жилых и коммерческих зданий.



Концентрированная солнечная энергия

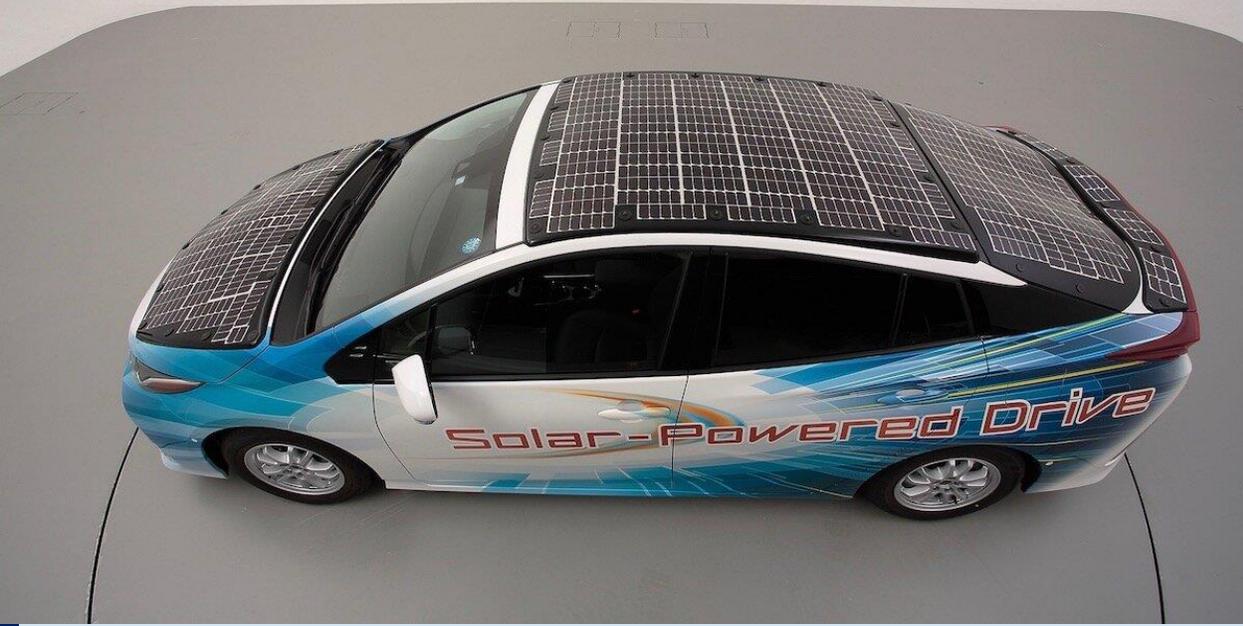
В Казахстане реализуется пилотный проект по строительству первой в ЦА солнечной электростанции на основе технологий концентрации.

ПЛАВУЧИЕ СОЛНЕЧНЫЕ ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ





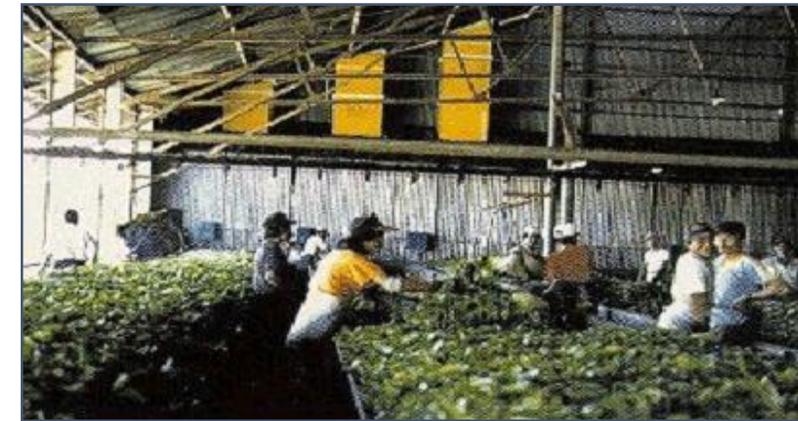
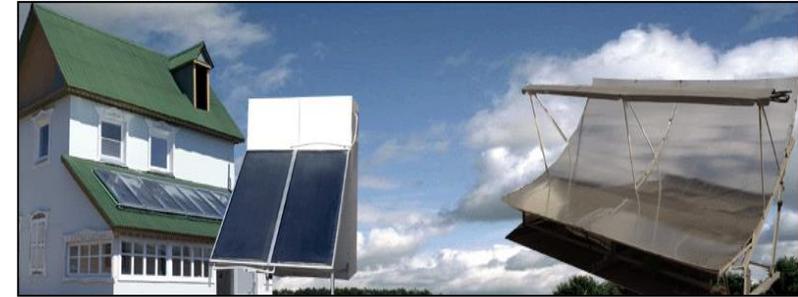
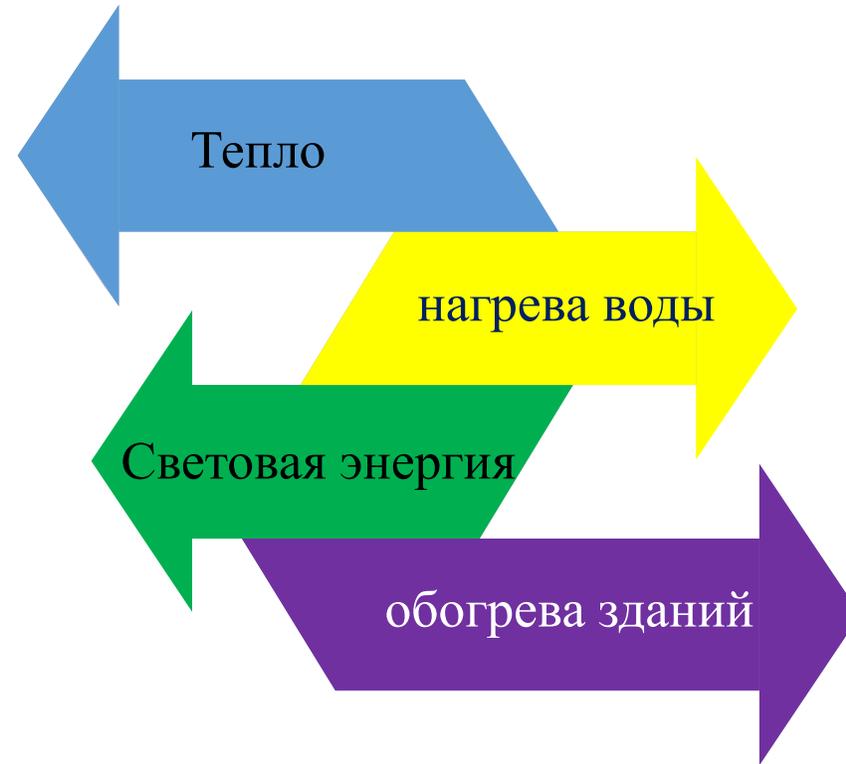
МАШИНЫ НА СОЛНЕЧНЫХ БАТАРЕЯХ





СОЛНЕЧНАЯ ТЕПЛОВАЯ ЭНЕРГИЯ

Возобновляемые
источники энергии



Солнечная тепловая энергия является наиболее эффективной технологией для производства тепла, не содержащего углекислого газа, из возобновляемых источников.

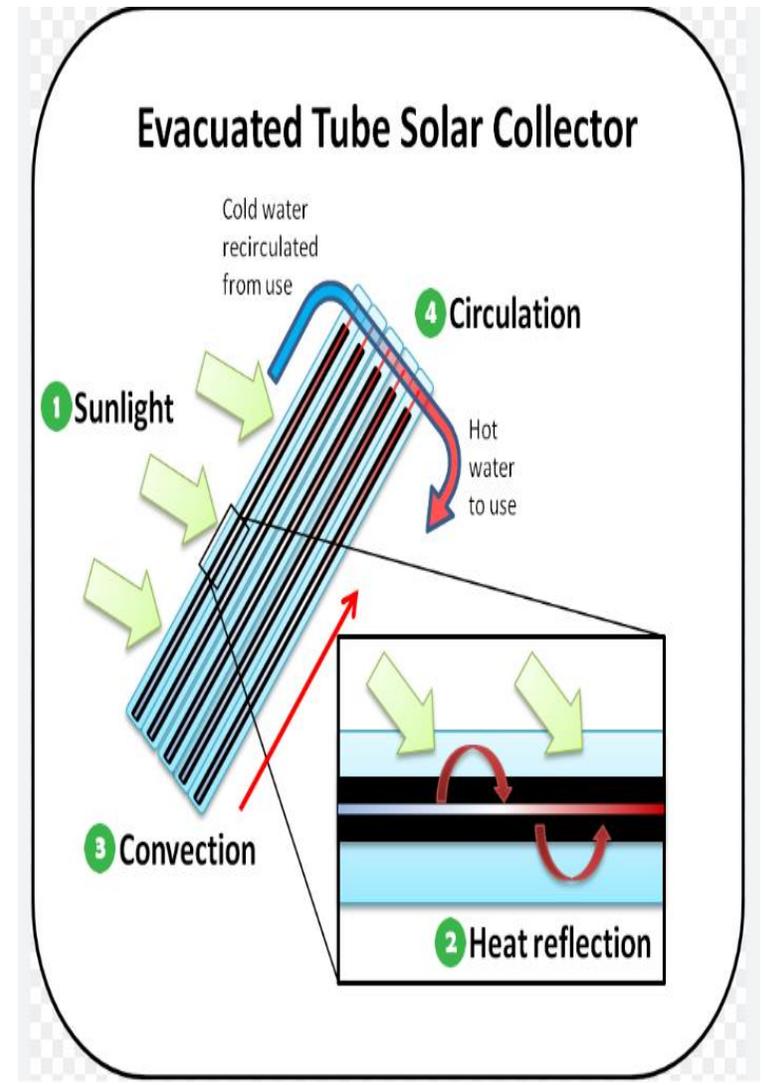
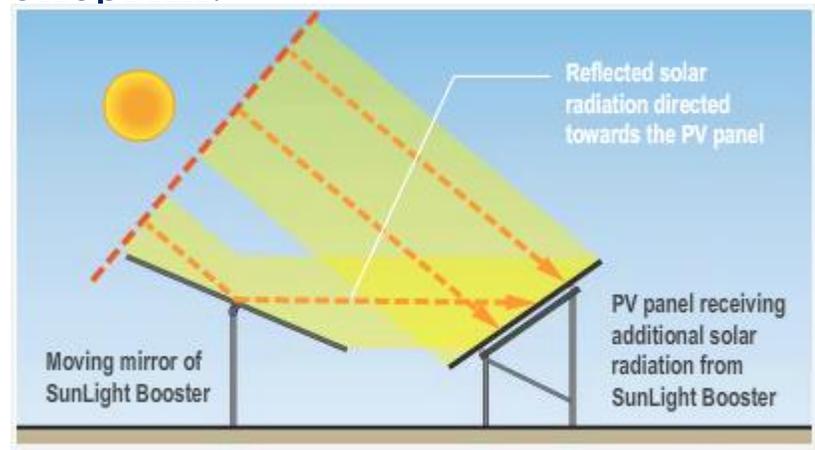
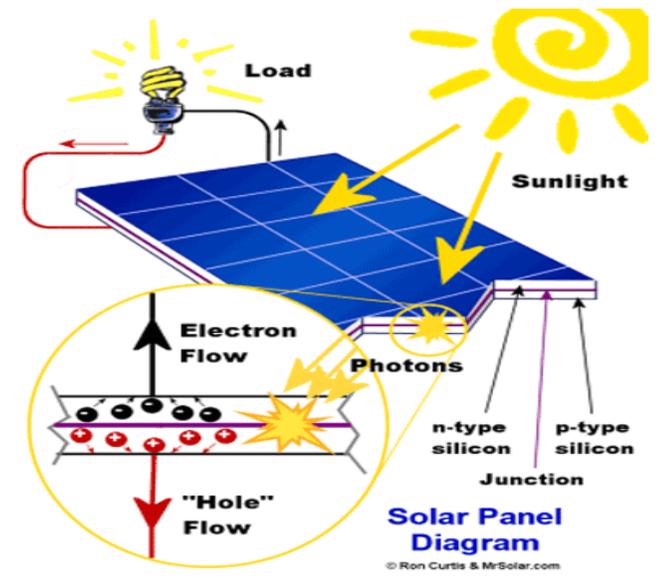


АКТИВНЫЕ УСТРОЙСТВА ГЕЛИО ТЕХНОЛОГИЙ

Возобновляемые источники энергии

- Солнечные панели
- Солнечные коллекторы
- Солнечные зеркала
- Солнечные рефлекторы

Устройства, которые напрямую получают солнечную энергию и преобразуют ее в другие виды энергии.





ПРИНЦИПЫ РАБОТЫ СОЛНЕЧНОЙ ТЕПЛОВОЙ ЭНЕРГЕТИКИ

Возобновляемые
источники энергии

- 1 — Зеркала (увлекательно)**
Солнечные лучи отражаются от зеркал и собираются в центре, где находится теплоносительный раствор.
- 2 — Отопление воды (практично)**
Солнечные коллекторы нагревают воду, которая затем используется для различных потребностей в доме или на предприятии.
- 3 — Фотоэлектрические панели (развивающе)**
Панели преобразуют солнечную энергию в постоянный ток, который используется для питания устройств в доме или на рабочем месте.



ПРЕОБРАЗОВАНИЕ ЭНЕРГИИ СОЛНЦА В ТЕПЛОВУЮ ЭНЕРГИЮ

Возобновляемые источники энергии

1. Поглощение

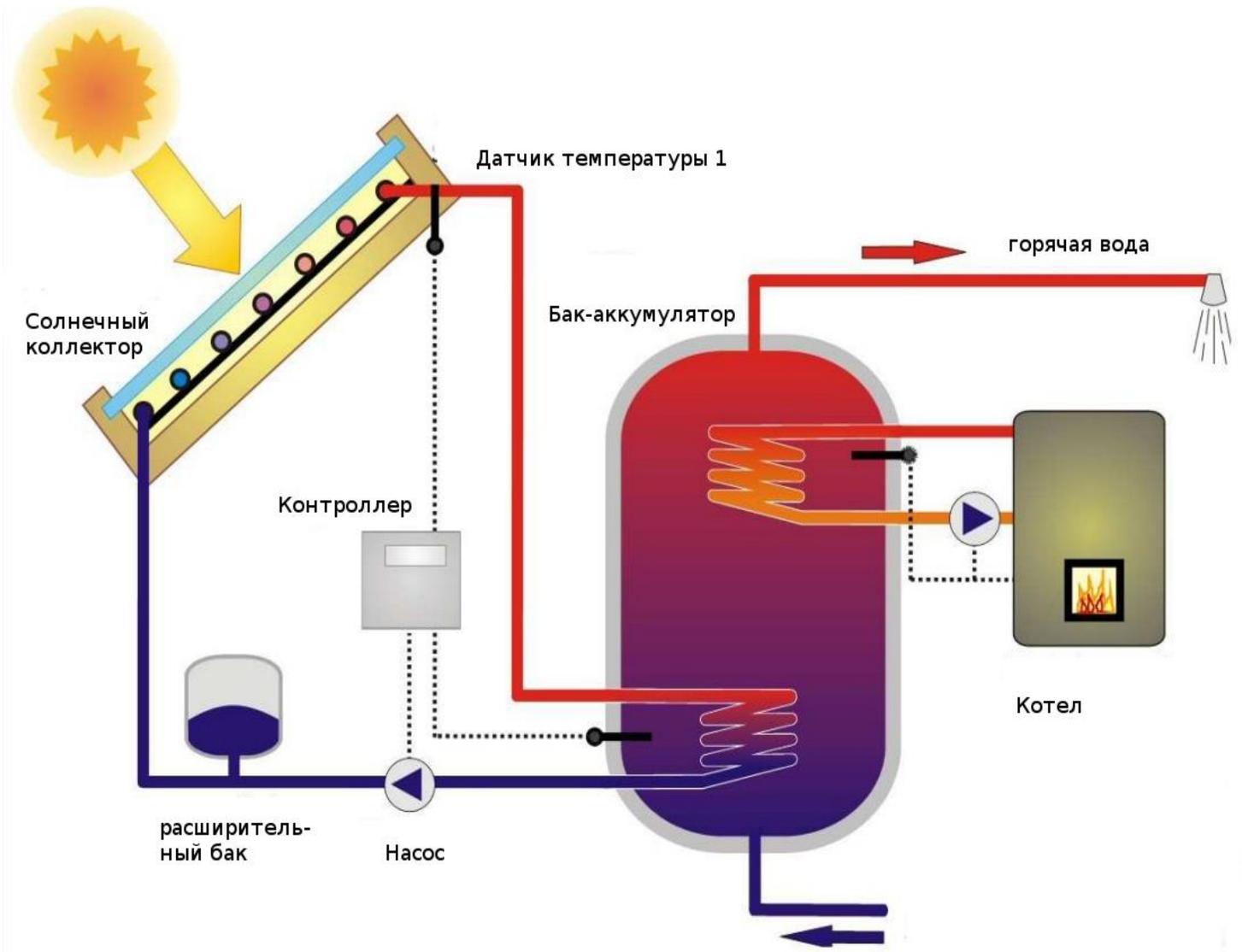
✓ Солнечные коллекторы нагревают движущийся в них теплоноситель за счет поглощения тепловой солнечной энергии.

2. Передача

✓ Тепловая энергия передается на системы хранения и регулирования.

3. Использование

✓ Тепловая энергия используется для обогрева воды, помещений, производства электроэнергии и других целей.





ТИПЫ СОЛНЕЧНЫХ КОЛЛЕКТОРОВ И ИХ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Возобновляемые источники энергии



Плоский панельный коллектор

Простые в использовании и надежные, но требуют большей поверхности для установки.



Параболический коллектор

Эффективный и компактный, используется в коммерческих системах для генерации электроэнергии.



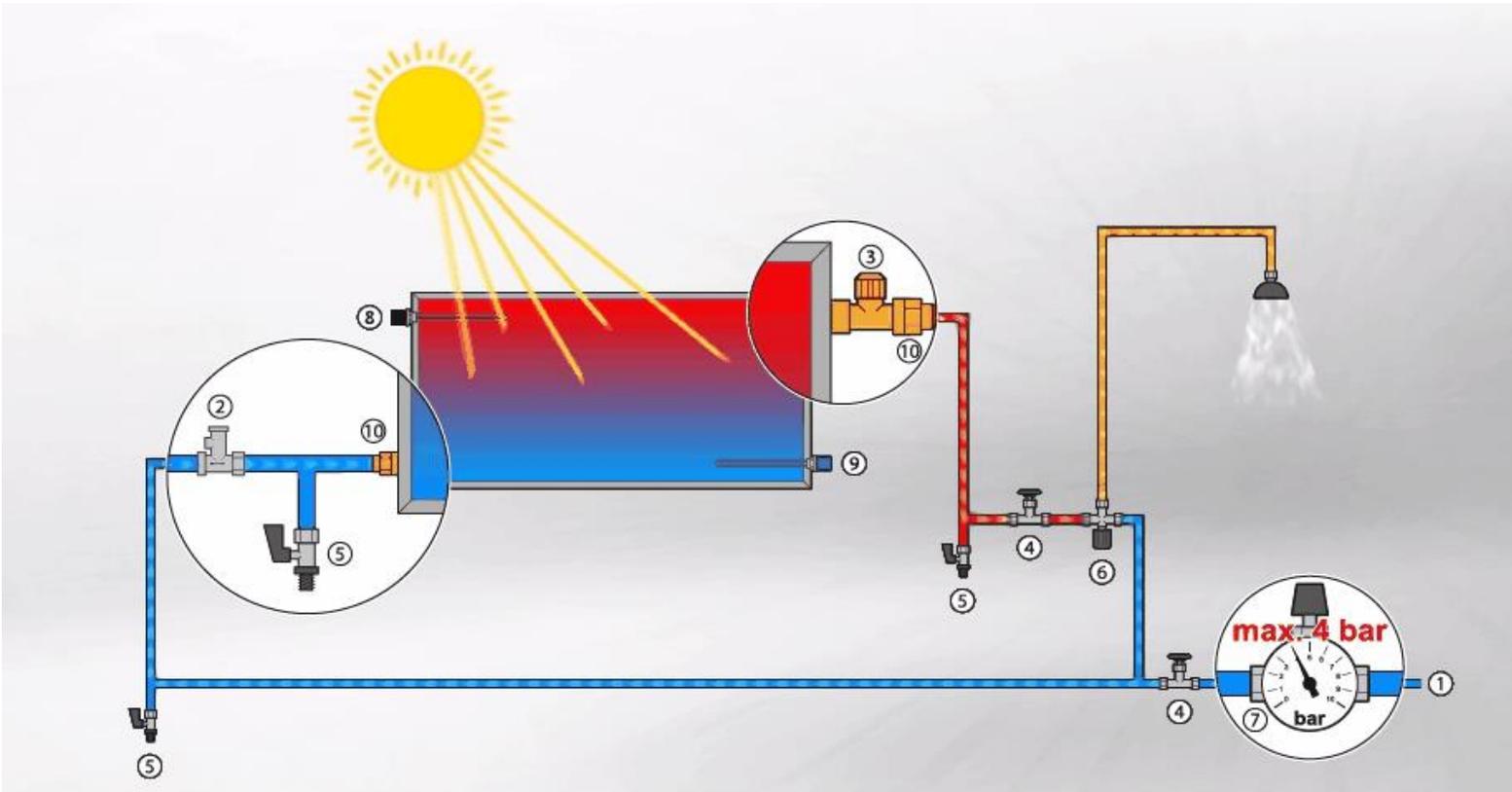
Коллектор с вакуумными трубками

Максимально эффективный, работает даже в условиях низкой температуры.

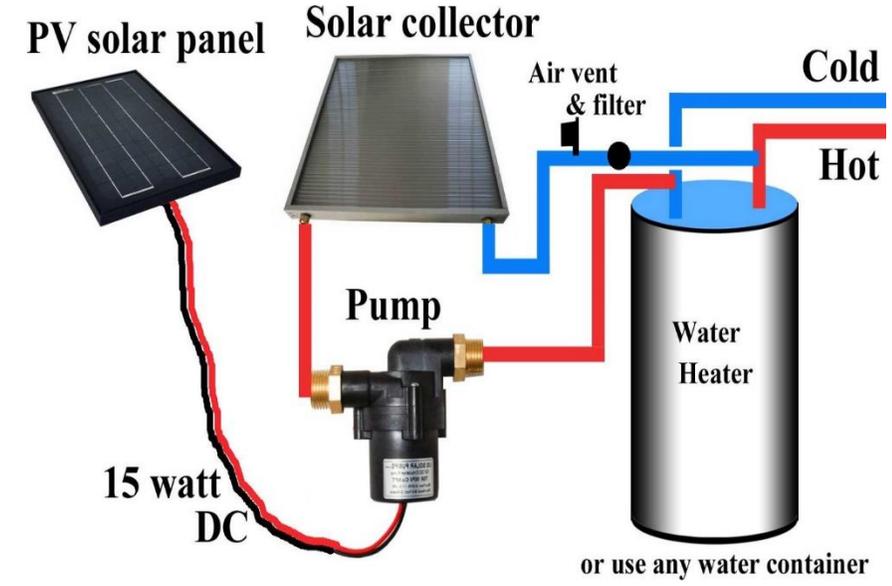


СХЕМА СОЕДИНЕНИЯ СОЛНЕЧНЫХ КОЛЛЕКТОРОВ

Возобновляемые источники энергии



- | | | |
|-------------------------|-----------------------|-----------------------------------|
| ① Cold water connection | ④ Shut-off valve | ⑦ Pressure reducer with manometer |
| ② Pressure/safety valve | ⑤ Drain tap | ⑧ Heating rod (1 kW/2 kW) |
| ③ Ventilation valve | ⑥ Service water mixer | ⑨ Anti Freeze Element (200 W) |





ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИЕ СОЛНЕЧНЫЕ СИСТЕМЫ

Возобновляемые
источники энергии

1 Высокая тепловая эффективность

Превосходная способность преобразовывать солнечную энергию в тепло, даже при низких температурах окружающей среды.

2 Независимость от освещенности

Работает эффективно в условиях недостаточной интенсивности солнечного света, что делает их подходящими для любых климатических условий.





ТИПЫ СОЛНЕЧНЫХ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ

Возобновляемые
источники энергии

СЭС БАШЕННОГО ТИПА

В них используется центральный приемник с полем гелиостатов. Система слежения за Солнцем сложна, так как требуется вращение вокруг двух осей. Управление осуществляется с помощью ЭВМ. В качестве рабочего тела в тепловом двигателе используется водяной пар с температурой до 550 С, воздух и другие газы - до 1000 С.



СЭС РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНОГО (МОДУЛЬНОГО) ТИПА

В них используется большое число модулей, каждый из которых включает параболический концентратор солнечного излучения и приемник, расположенный в фокусе концентратора и используемый для нагрева рабочей жидкости, подаваемой в тепловой двигатель, который соединен с электрогенератором. При небольшой мощности СЭС модульного типа более экономичны, чем башенные.





ТЕПЛОАККУМУЛЯТОРЫ

Возобновляемые
источники энергии

Теплоемкость

Устройства для хранения тепла обеспечивают равномерную подачу энергии во время облачной погоды.

Эффективность

Теплоемкости эффективно хранят тепло для использования в более позднее время.

Технологии хранения

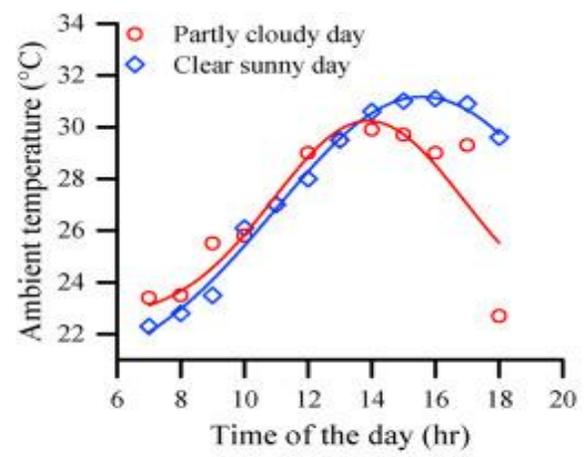
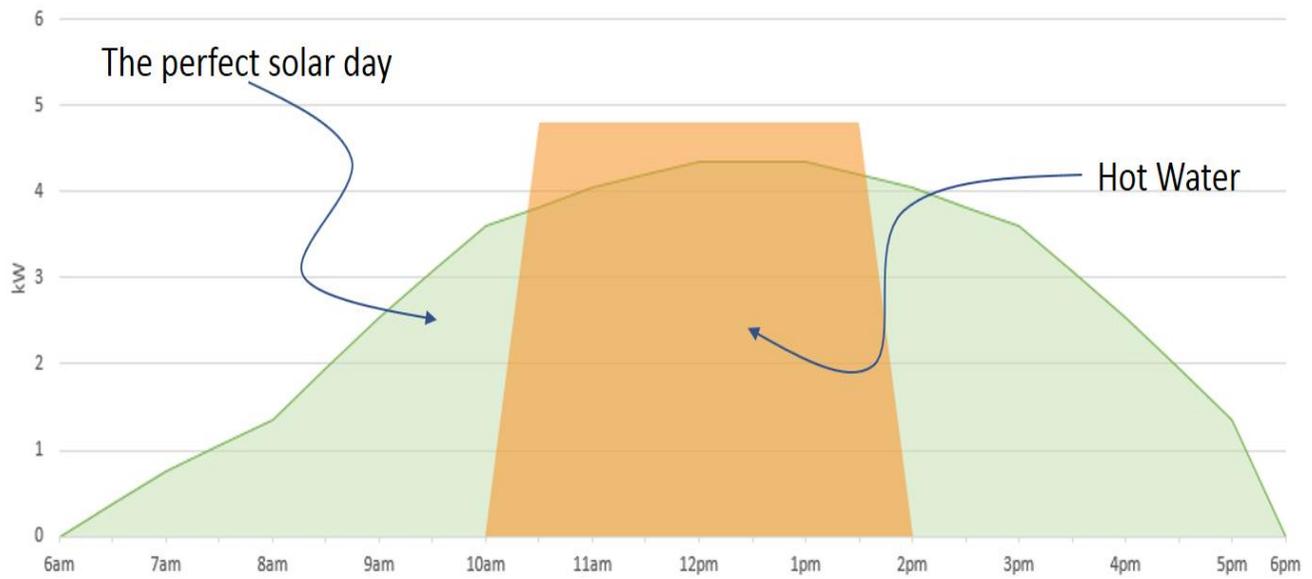
Различные технологии хранения, такие как солевые растворы, гидротермальные батареи, и вердотельные хранилища.



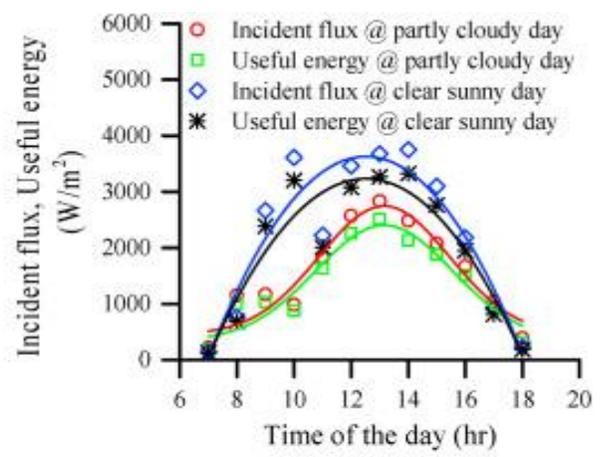


ПОВСЕДНЕВНЫЕ РЕЖИМЫ РАБОТЫ СОЛНЕЧНЫХ КОЛЛЕКТОРОВ

Возобновляемые источники энергии

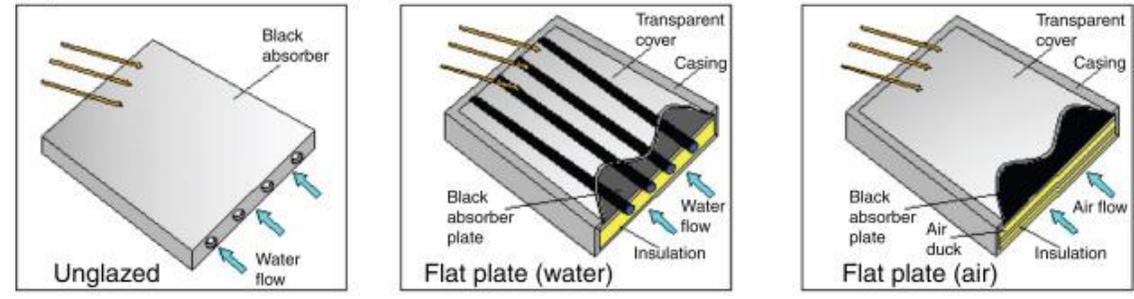


(a) Ambient temperature and time of the day

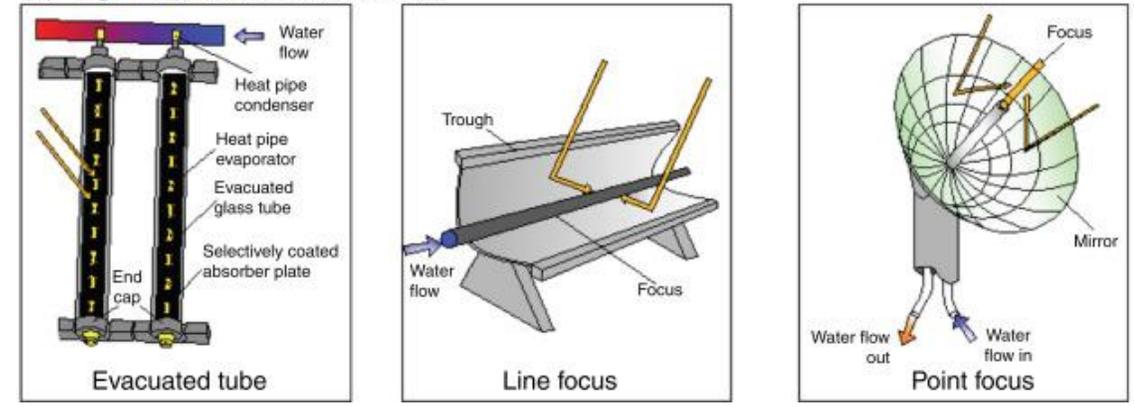


(b) Incident flux, useful energy and time of the day

(A) Low temperature solar collectors



(B) High temperature solar collectors





Перспективы развития солнечной энергетики

Существующие барьеры

Высокие начальные инвестиции, недостаток господдержки, ограниченный доступ к финансированию.

Прогнозы роста

По оценкам, доля солнечной энергетики в энергобалансе Центральной Азии может вырасти с 1% до 10-15% к 2030 году.

1

2

3

Драйверы роста

Снижение стоимости технологий, стимулирующая политика правительств, рост корпоративных "зеленых" инвестиций.



Поддержка солнечной энергетики

1 Государственные программы

Правительства стран ЦА принимают специальные программы и меры поддержки для ускорения развития солнечной энергетики.

2 Стимулирующее регулирование

Внедряются механизмы "зеленых" тарифов, гарантированных закупок, налоговых льгот и преференций для проектов ВИЭ.

3 Привлечение инвестиций

Страны активно привлекают иностранные и национальные инвестиции в сектор солнечной энергетики.



Интеграция в энергосистемы

1

Технологическая адаптация

Модернизация и расширение электрических сетей, развитие систем накопления энергии.

2

Экономическая оценка

Анализ рентабельности подключения солнечных электростанций к энергосистемам с учетом существующих тарифов.

3

Системное планирование

Интеграция солнечной энергетики в общие энергетические стратегии и схемы развития энергосистем.

Ключевые выводы

Огромный потенциал

Центральная Азия обладает одним из лучших в мире потенциалов для развития солнечной энергетики.

Государственная поддержка

Правительства стран ЦА разрабатывают стимулирующие меры и программы для ускорения роста солнечной энергетики.

Успешные проекты

В регионе уже реализованы и планируются масштабные солнечные проекты - от крупных СЭС до распределенной генерации.

Перспективы

При сохранении текущих темпов доля солнечной энергетики в энергобалансе ЦА может вырасти до 10-15% к 2030 году.





ИННОВАЦИИ И БУДУЩЕЕ

Возобновляемые
источники энергии

Современные технологии

Исследования в области наноматериалов и высокоэффективных солнечных тепловых коллекторов.

Гибридные системы

Использование солнечной тепловой энергии в гибридных системах с другими источниками энергии.

Хранение энергии

Развитие технологий хранения солнечной энергии для обеспечения непрерывного электроснабжения.





1

Интеграция в сеть

Эффективная интеграция солнечной тепловой энергии в сеть электроснабжения.

2

Эффективность коллекторов

Повышение эффективности солнечных коллекторов и увеличение производства энергии.

3

Экономическая возможность

Разработка более экономически целесообразных моделей для широкого применения.



1

Снижение затрат на энергию

Использование солнечной тепловой энергии позволяет сократить расходы на отопление и горячую воду.

2

Устойчивость к ценовым колебаниям

Солнечная энергия бесплатна и не подвержена колебаниям цен на нефть и газ.

3

Создание рабочих мест

Развитие солнечной тепловой энергетики способствует созданию новых рабочих мест и развитию промышленности.



1

Эффективность систем

Повышение эффективности солнечных тепловых установок и снижение издержек производства.

2

Перспективы применения

Расширение области применения солнечной тепловой энергии в домах, промышленности и транспорте.

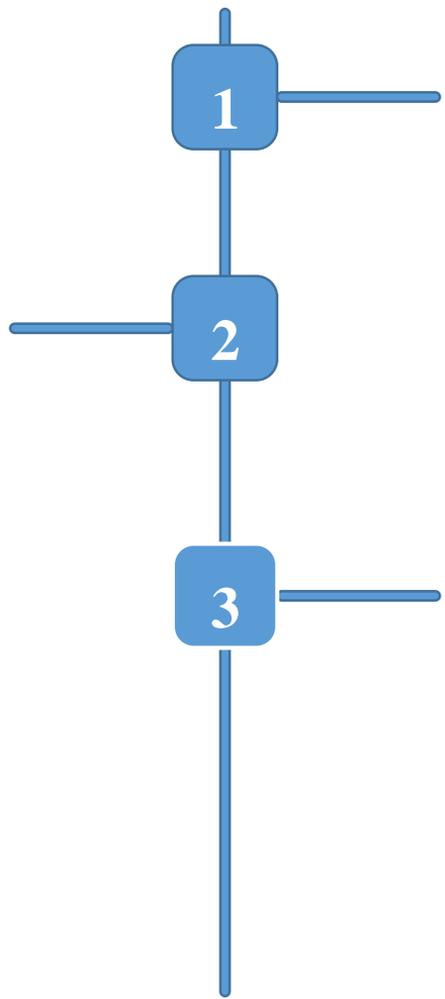




ПРИМЕРЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СОЛНЕЧНОЙ ТЕПЛОВОЙ ЭНЕРГЕТИКИ В МИРЕ

Возобновляемые источники энергии

США
Крупные солнечные тепловые электростанции производят энергию, которую можно использовать в электросети.



1 Европа

Множество стран применяют солнечные коллекторы для отопления домов и обогрева воды.

3 Китай

Является лидером в производстве солнечных коллекторов и активно развивает солнечную тепловую энергетику.



1

Эффективность

Повышение КПД солнечных установок и снижение затрат на преобразование энергии.

2

Хранение

Развитие более эффективных систем хранения тепловой энергии для непрерывной подачи электроэнергии.

3

Интеграция

Интеграция с сетевой системой для расширения возможностей использования полученной энергии.



Энергонезависимость

Снижение зависимости человечества от нефтяных и угольных источников энергии.

Экологическое равновесие

Уменьшение вредного воздействия на окружающую среду и климатических изменений.

Технологический прогресс

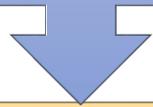
Создание новых рабочих мест и развитие инновационных технологий в области возобновляемых источников энергии.



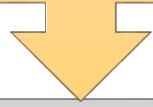
ФИНАНСОВЫЕ ВЫГОДЫ

Возобновляемые
источники энергии

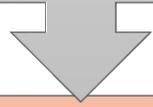
Налоговые льготы



Эффективное использование земли



Энергоэффективность



Субсидии





ГЕЛИОКОМПЛЕКС «СОЛНЦЕ»

Возобновляемые
источники энергии

Это – Большая Солнечная Печь мощностью 700 киловатт, расположенная в Узбекистане. Всего в мире две таких печи, вторая находится во Франции.

Большая Солнечная Печь представляет собой сложный оптико-механический комплекс с автоматическими системами управления, состоящий из гелиостатного поля и параболического концентратора, формирующих в фокальной зоне концентратора стационарный поток энергии высокой плотности. Площадь отражающей поверхности гелиостатного поля — 3020 м², концентратора — 1840 м². Температура в фокусе лучей концентратора превышает 3000 градусов цельсия. Это самая большая солнечная печь в мире.

