



FUTURE



«Новые технологии в солнечной энергетике»

Дмитриев А.С., д.т.н., проф.
Национальный исследовательский университет «МЭИ»,
SolarNanoEnergy Co., Suwon, Korea

asdmitriev@mail.ru

«Живя в комфорте — Экономь, но не дури. И
гляди, не выкинь фортель — С сухомятки не
помри!»
В. Высоцкий



Энергетические запасы Земли



1 ТВт·год=8760 ТВт·час
(1 ТВт=10⁹ кВт)

Солнце 23000 ТВт в год!

- Энергопотребности в мире, 2016г. – 17,6 ТВт в год
- Энергопотребности в мире, 2050г. – 28,0 ТВт в год
- 2060г. – 48,0 ТВт в год
- 2070г. – 71,0 ТВт в год

Уголь, общие запасы – 900 ТВт

Уран, общие запасы – 90-300 ТВт

Нефть, общие запасы – 240 ТВт

Природный газ, общие запасы – 215 ТВт

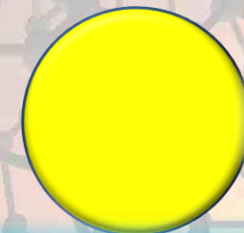
Ветер, 25-70 в год

Океан, 3-11 в год

Гидро, 3-4 в год

Биомасса, 2-6 в год

Волны, Приливы, Геотермальная,
0,2-2 в год 0,3 в год 0,3-2 в год



Рассеянная энергия (низкопотенциальное тепло, атмосферное электричество, механическая энергия и т.п.) – 2500-5000 ТВт

???

В будущем потребуется передавать

5000-7000 км, 1-3 ТВт

ЭНЕРГЕТИКА БУДУЩЕГО

Общий тренд для развития энергетики до 2050 года сохраняется – основными источниками энергии примерно такие, как и сейчас, однако прогнозируется некоторое перераспределение между отдельными видами энергии и их источниками. Вместе с тем, развитие человечества никогда не происходило равномерно – начиная с середины XIX века технологические революции заметно изменили большинство представлений не только об отдельных технологиях, но и об основных тенденциях их развития. Хорошо известный афоризм, что **«каменный век закончился не потому, что кончились камни...»** точно соответствует и нынешним представлениям о нашем энергетическом будущем. **Что нас ждет в будущем?**

1

СМЕНА ИДЕОЛОГИИ И СТРАТЕГИИ РАЗВИТИЯ ЭНЕРГЕТИКИ;

2

СМЕНА ТРЕНДОВ РАЗВИТИЯ ЭНЕРГЕТИКИ;

3

СМЕНА ТЕХНОЛОГИЙ РАЗВИТИЯ ЭНЕРГЕТИКИ;

4

СМЕНА СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ЭНЕРГЕТИКОЙ

**«Когда небо покрыто
мраком, веревки кажутся
змеями...»**



ЧТО НАС ЖДЕТ В БЛИЖАЙШЕМ БУДУЩЕМ?

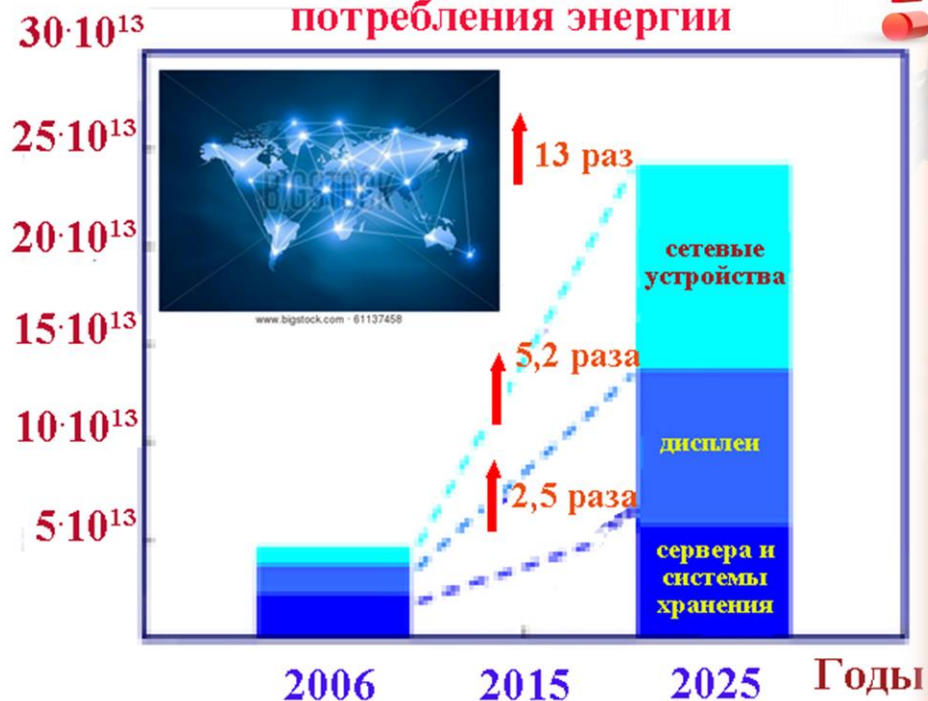


~ 240 миллиардов кВт*час

около 20% всего потребления энергии



Мощность потребления, Вт*час



**К 2050-2070гг. – интернет трафик вырастет до 1000-5000 Тбит/сек!!! (рост – в 50-100 раз!)
Потребление энергии IT-технологиями
Вырастет до 30-40% от всей мировой мощности**

Не нужно ничего бояться:
«Собака злая... цепь китайская»...

ТРЕНД: СОЛНЕЧНАЯ ЭНЕРГЕТИКА !!!



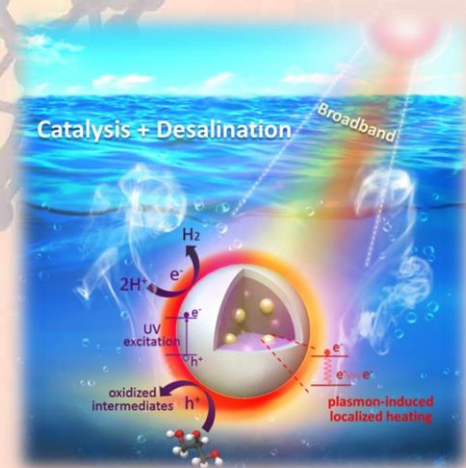
ПОЧЕМУ СОЛНЕЧНАЯ ЭНЕРГЕТИКА?

- единственный вид энергии, который «родил» все другие ее виды;
- самая «зеленая» энергия;
- самая дешевая энергия;
- нет вредных выбросов;
- может генерироваться как на земле, так и в космосе;
- имеет много возможностей технологий реализации;
- фактически безграничные запасы;
- быстрая окупаемость;
- относительно низкая цена установленной мощности;
-

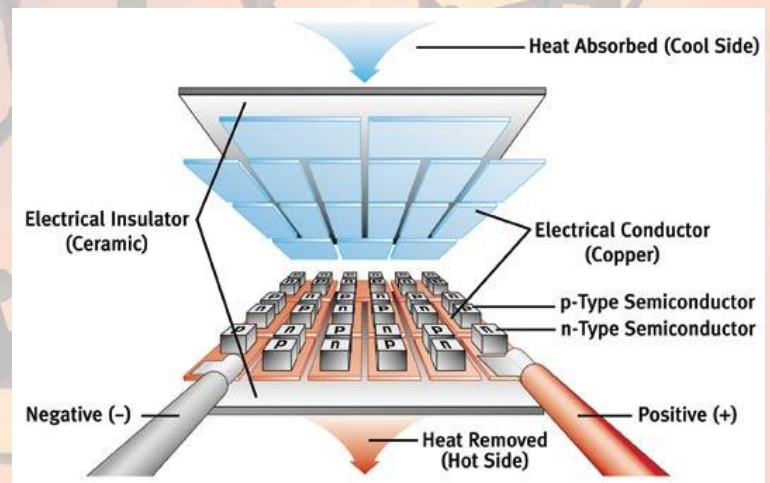
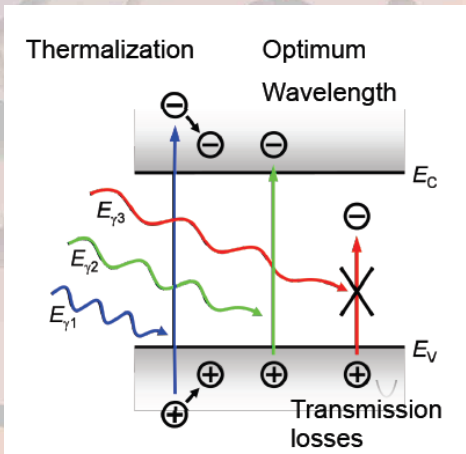
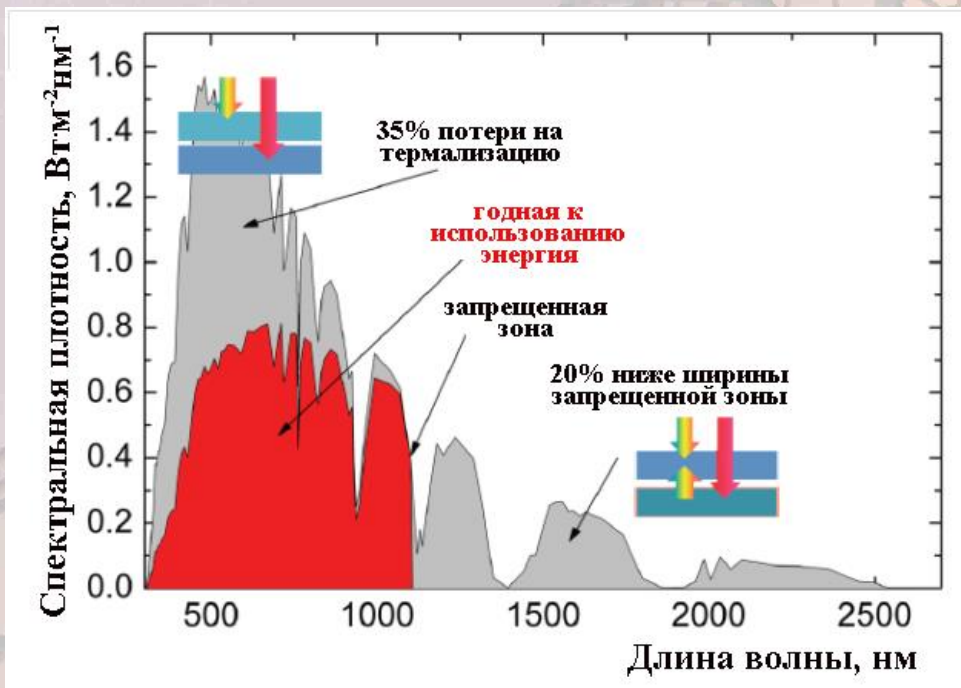
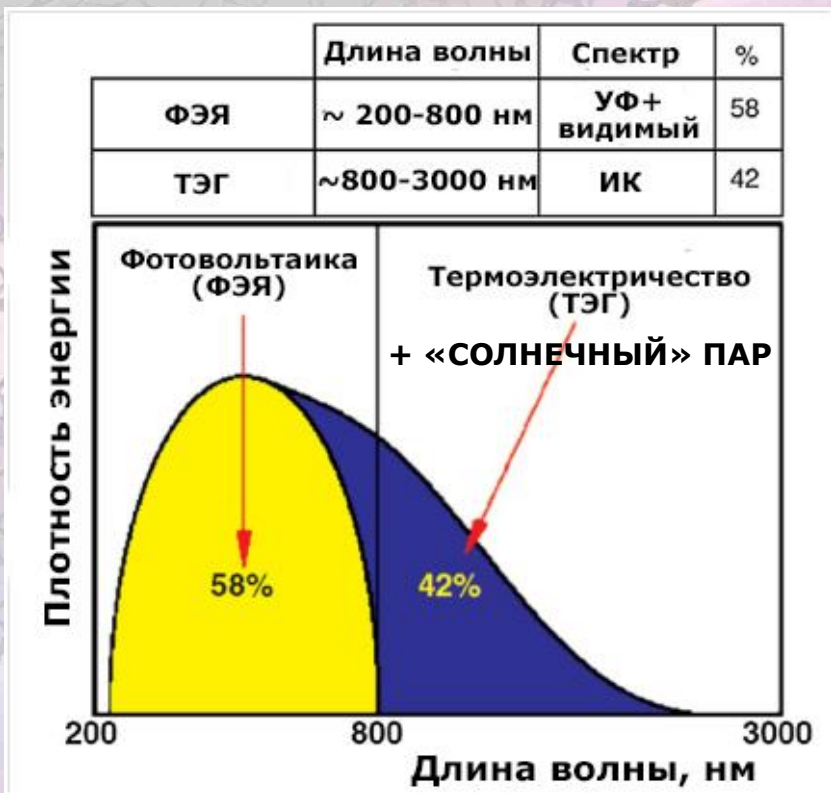
Трудности:

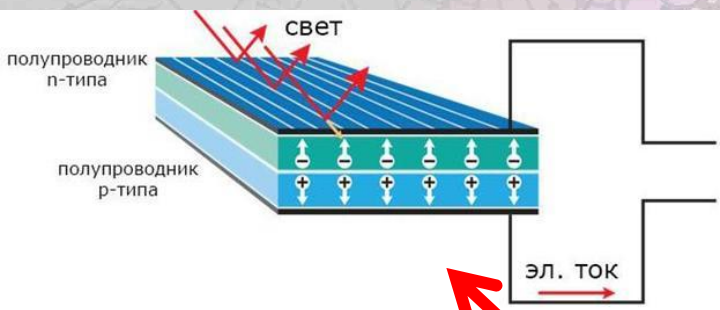
- сравнительно низкий КПД генерации;
- большие территории освоения при стандартных технологиях;
- неразвитость некоторых технологий;
- необходимость создания гибридных систем генерации;
- сравнительно малый интерес инвесторов до последнего времени;
- «торможение» со стороны углеводородных и ядерных технологий;
-

Направления конверсии солнечной радиации



СМЕНА ТРЕНДА - ОТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ УГЛЕВОДОРОДНЫХ ТОПЛИВ К НЕОБХОДИМОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ НОВЫХ ВЫЗОВОВ И РЕШЕНИЙ: МОТИВАЦИИ ДЛЯ НОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ГЕНЕРАЦИИ





**СОЛНЕЧНАЯ ЭНЕРГЕТИКА
(ФОТОВОЛЬТАИКА)**



❖ НАНОТЕХНОЛОГИИ И НАНОМАТЕРИАЛЫ В ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКОМ ПРЕОБРАЗОВАНИИ ЭНЕРГИИ

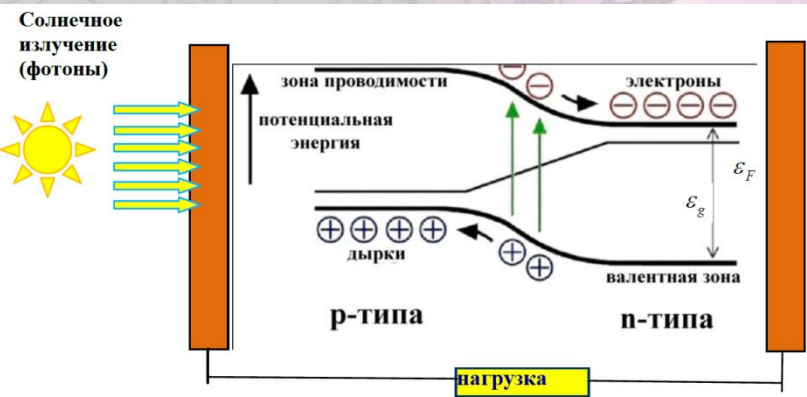
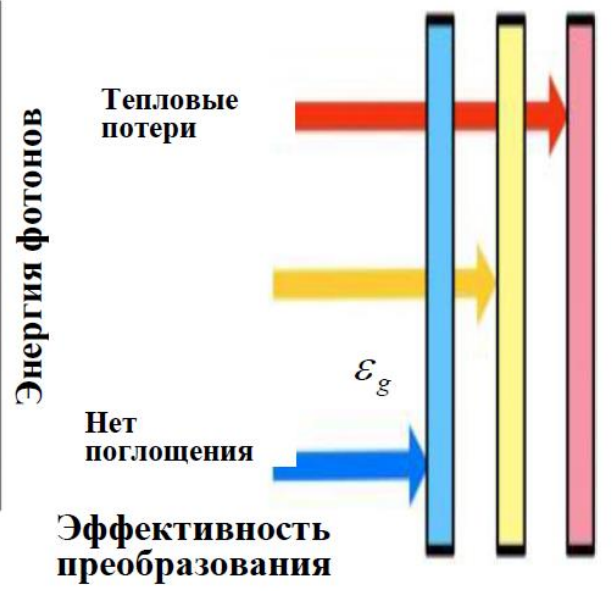
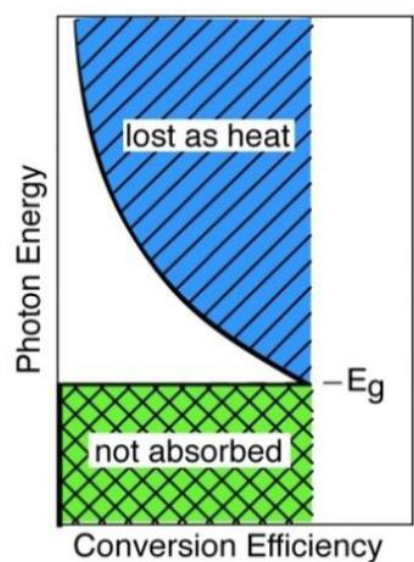


Схема работы фотоэлектрической ячейки



Эффективность преобразования энергии фотонов в электричество

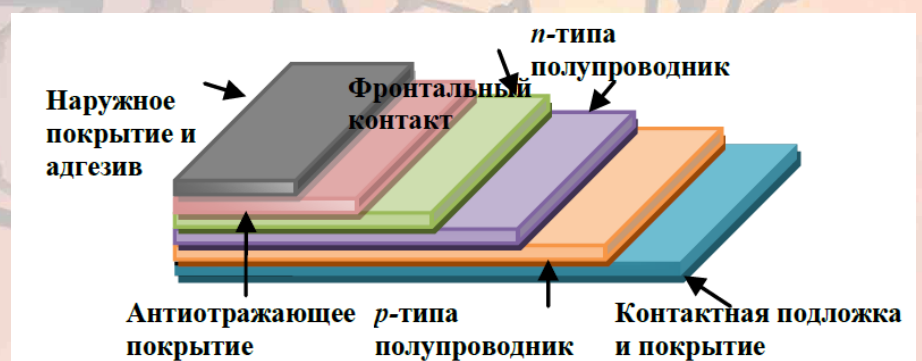


Схема фотоэлектрической ячейки с *p-n*-переходом

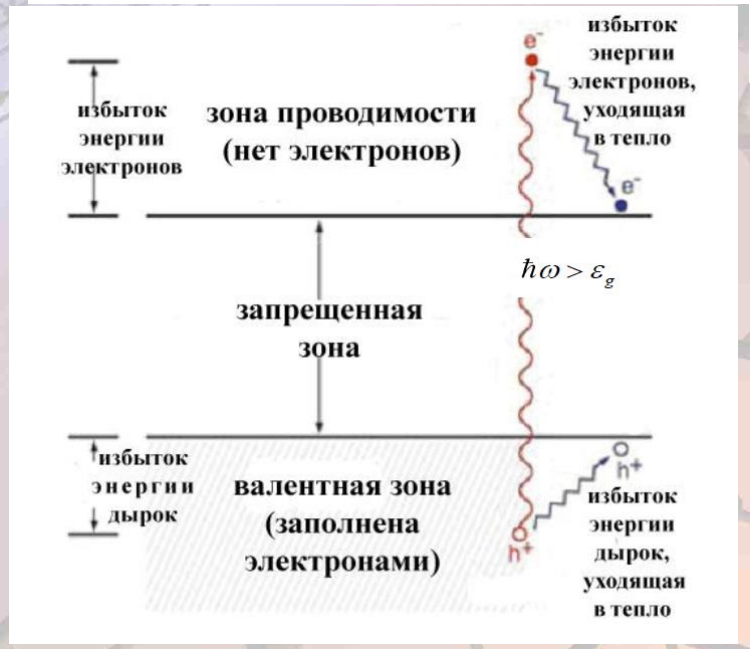
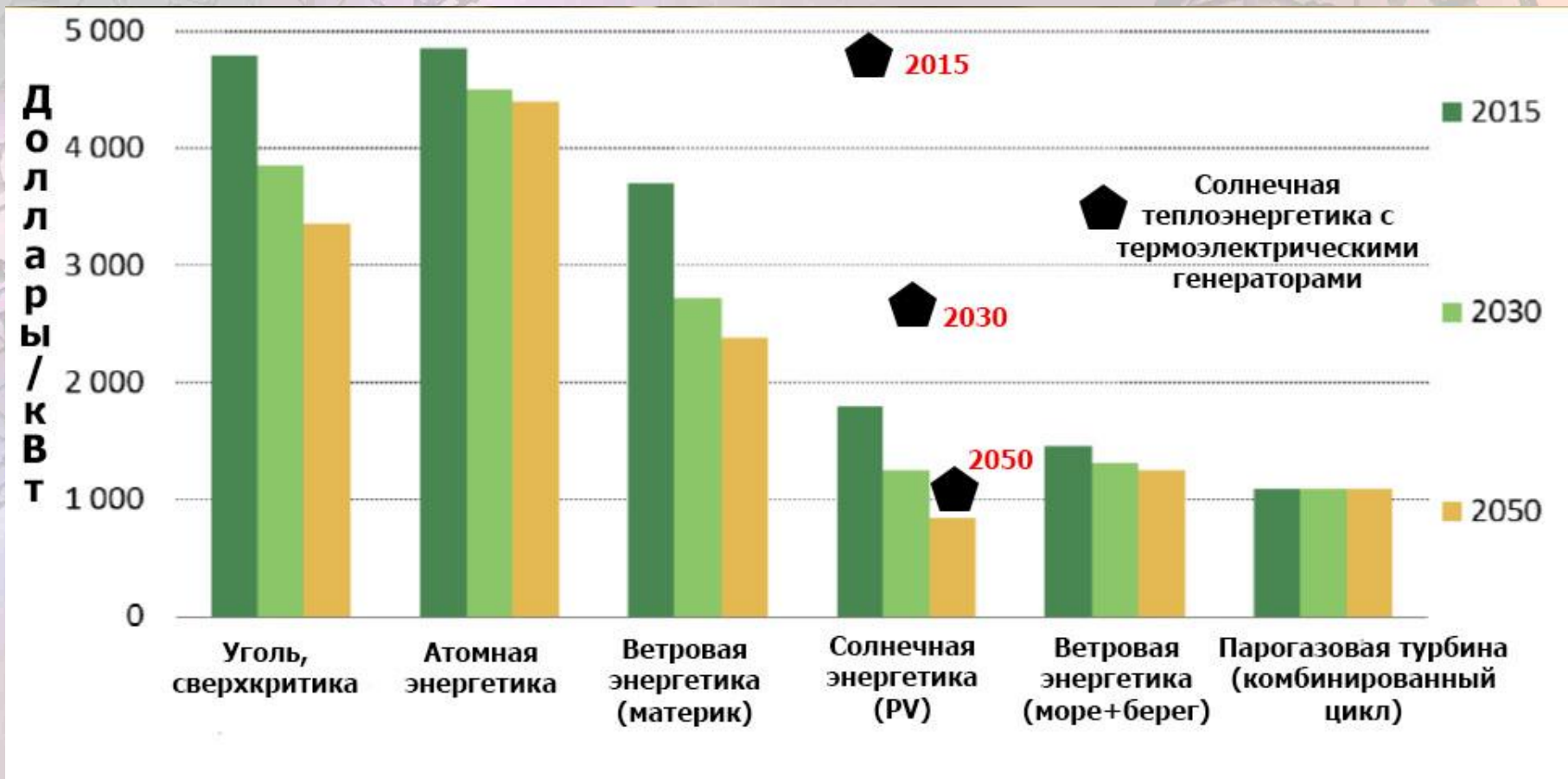
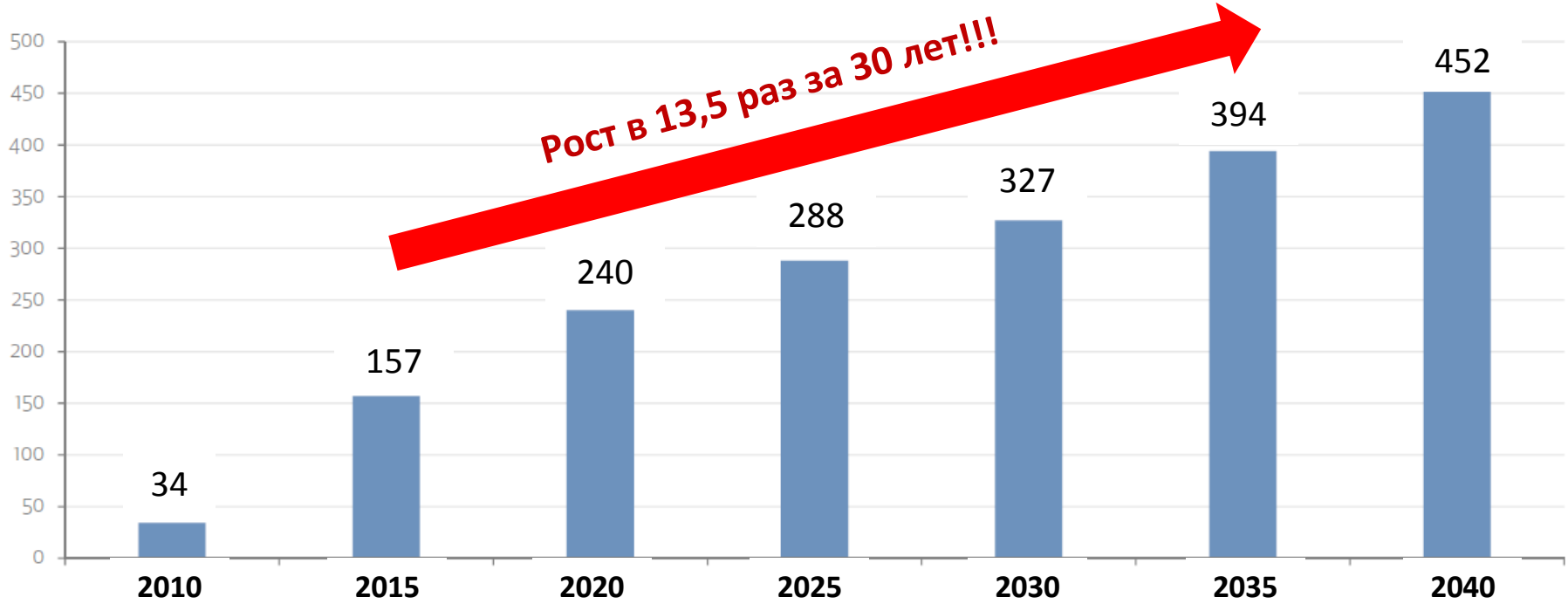


Схема взаимодействия солнечного излучения с веществом

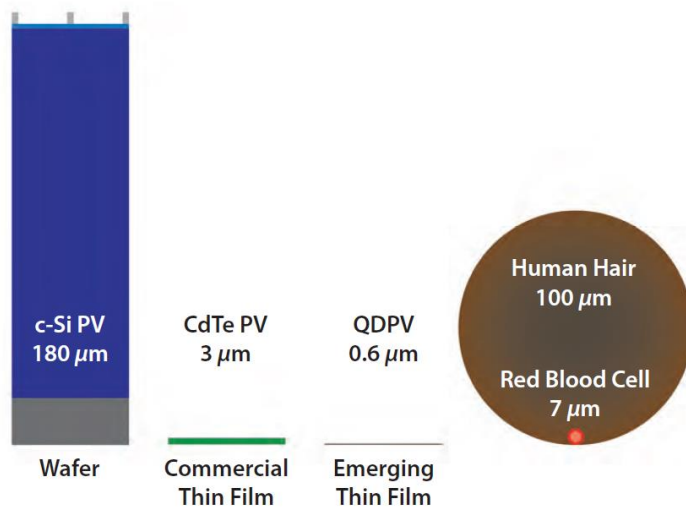
Стоимость солнечных панелей, долл/кВт



Рост энергетической мощности солнечных панелей, в ГВт



Source: US Energy Information Administration, July 2013



Source: Bloomberg, New Energy Finance & pv.energytrend.com

НАНОФОТОНИКА И НАНОПЛАЗМОНИКА В ПОВЫШЕНИИ ЭФФЕКТИВНОСТИ СОЛНЕЧНОГО ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ЭНЕРГИИ

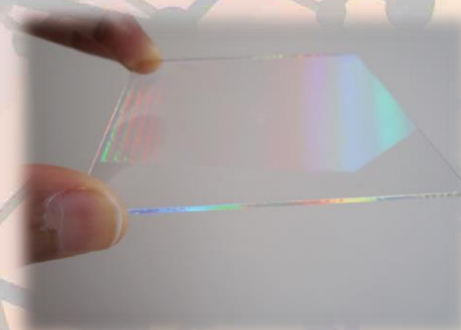
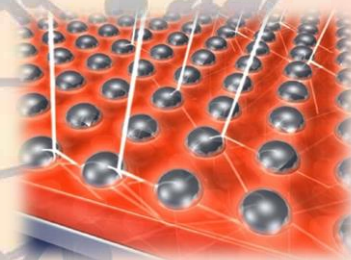
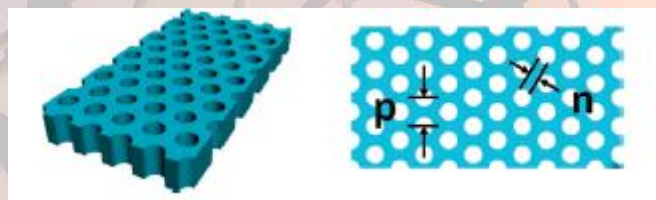
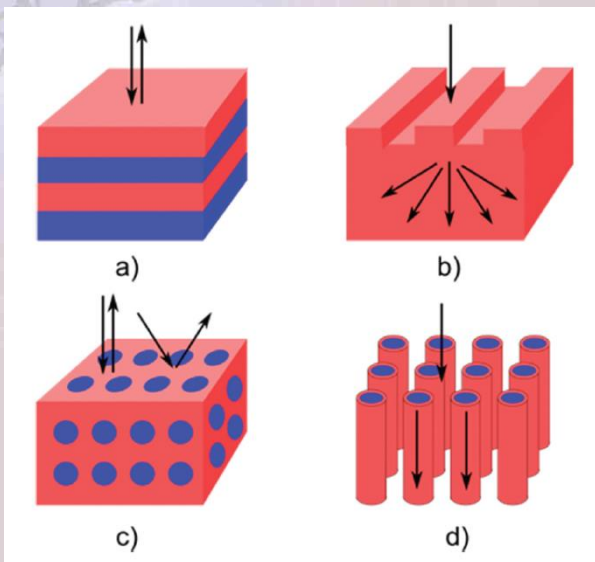
Нанопластика и пленение фотонов

Наноплазмоника, резонансы и эффективное поглощение

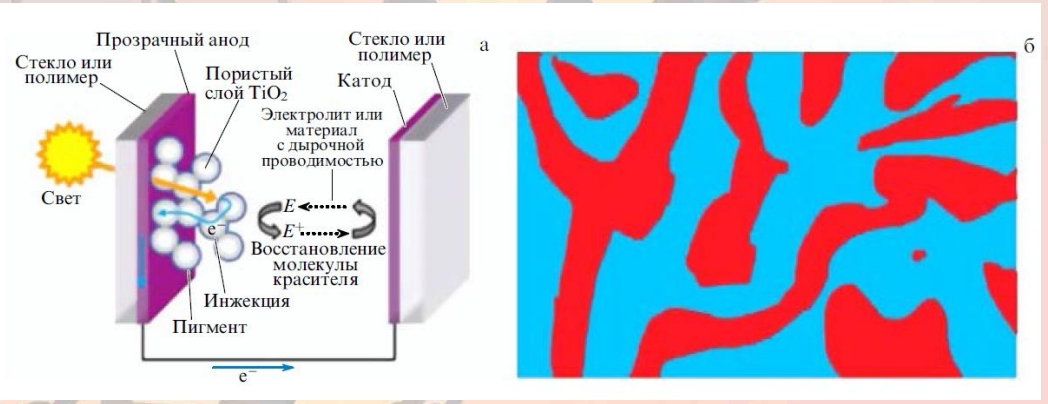
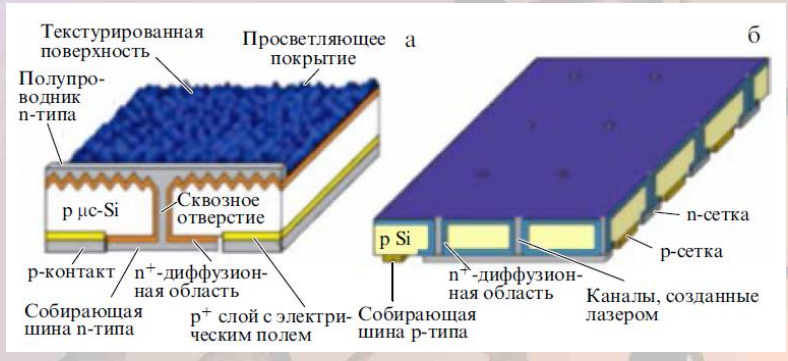
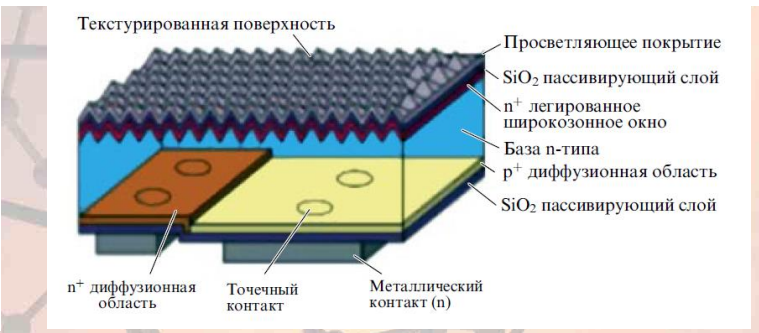
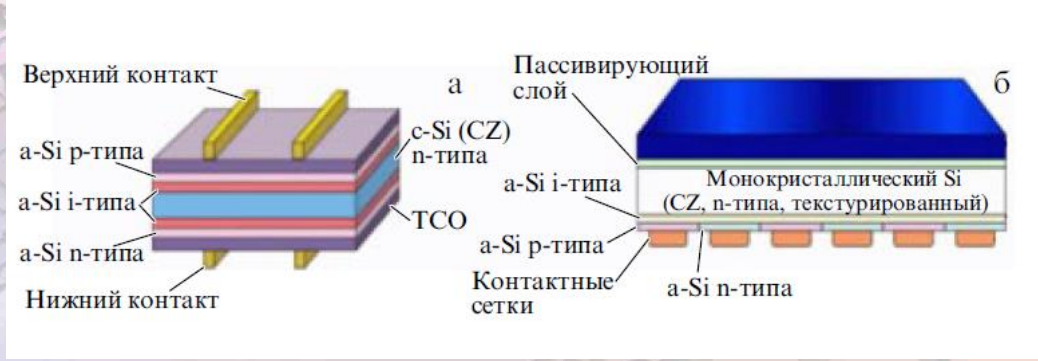
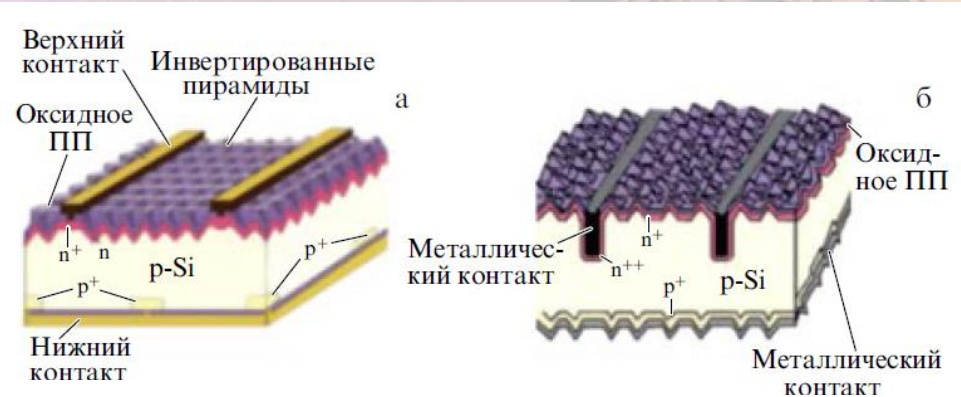
Новые нанотехнологии и наноматериалы для солнечных панелей

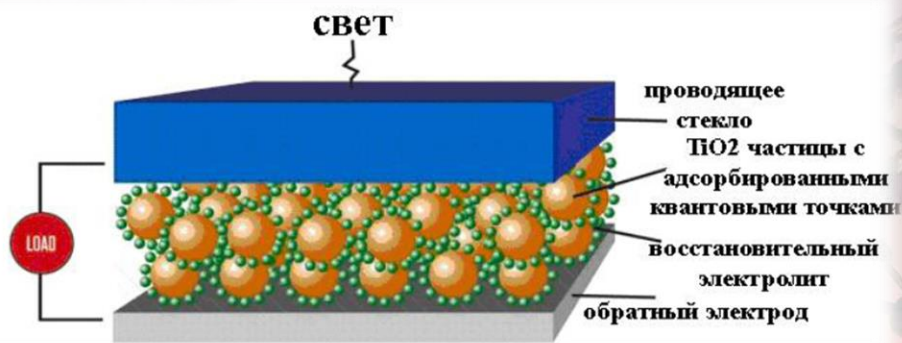
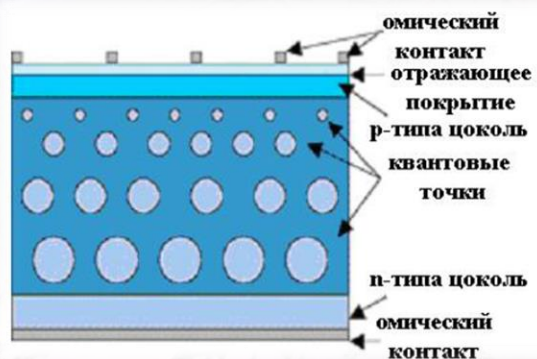
Солнечные концентраторы и ближнее поле

Нанопластика и пленение фотонов



ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ РАЗВИТИЕ СОЛНЕЧНЫХ ФОТОВОЛЬТАИЧЕСКИХ ПАНЕЛЕЙ





Общий вид фотоэлектрических солнечных ячеек с квантовыми точками

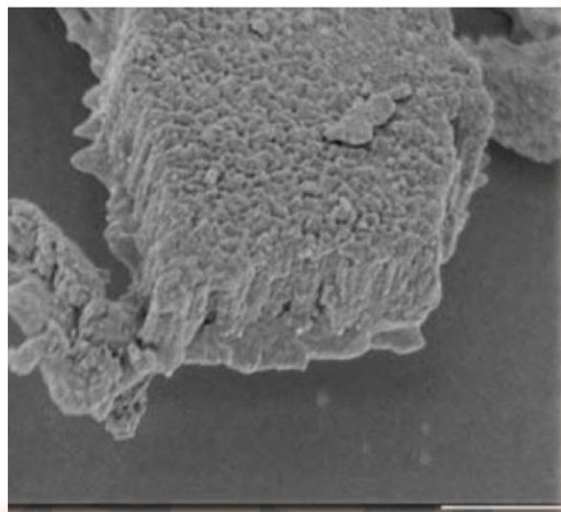


Рис.6.29. Схема фотоэлектрических солнечных ячеек с TiO₂ нанопроволоками (слева) и фото наноматериала на их основе (справа)

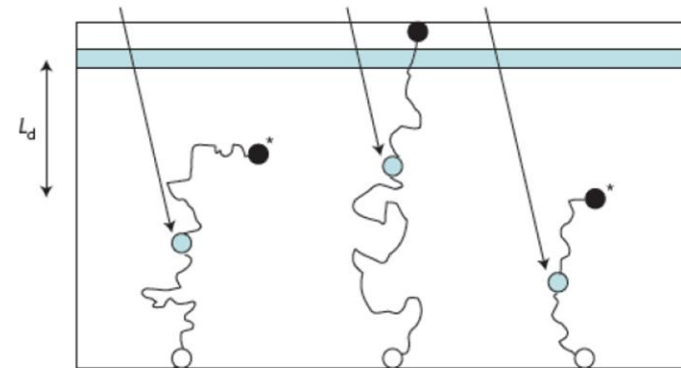
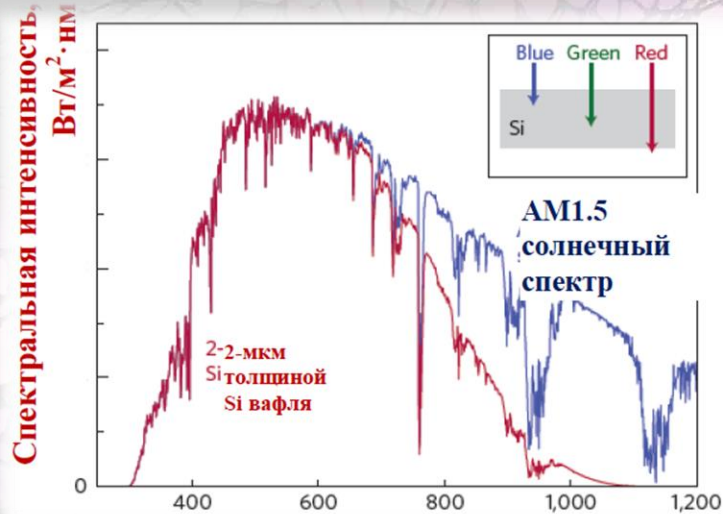


Рис.6.34. Оптическое поглощение (слева) и диффузия носителей зарядов (справа) в солнечных фотоэлектрических ячейках

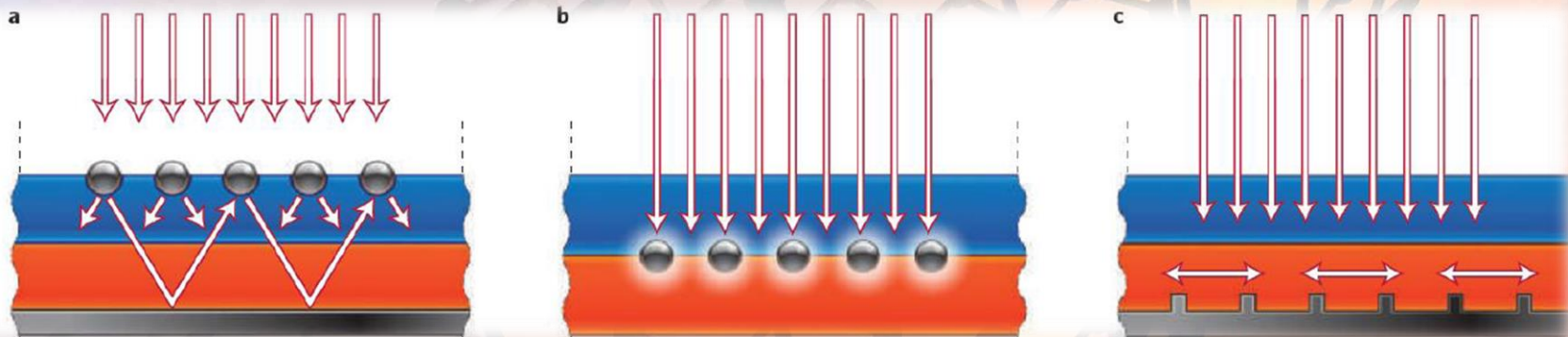


Рис.6.35. Световые ловушки в виде наночастиц внутри ФЭЛ: а – ловушки световых квантов за счет рассеяния на металлических наночастицах вблизи поверхности, б – возникновение поверхностных плазмонов, в – генерация поверхностных плазмон-поляритонов

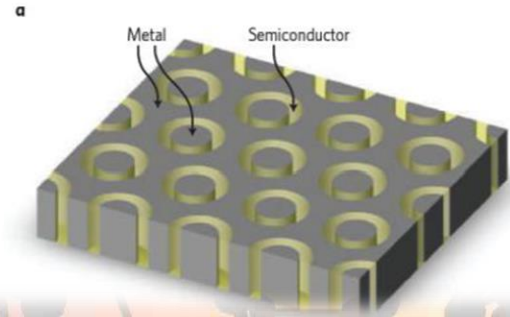
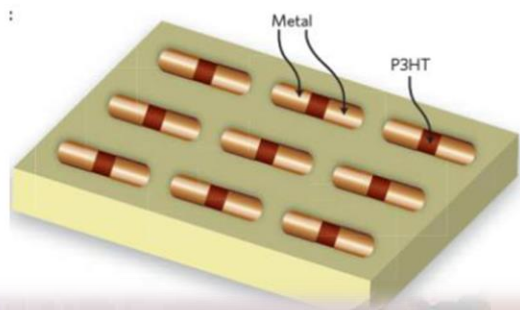
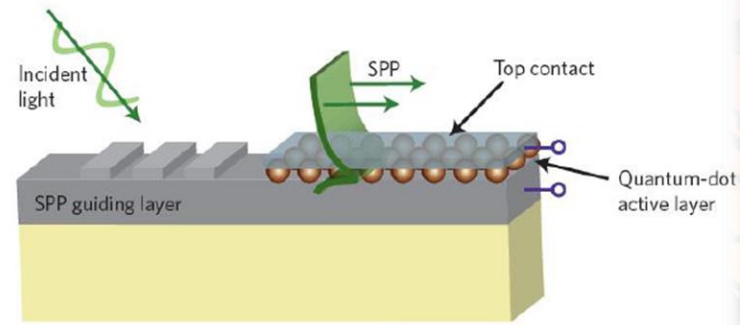
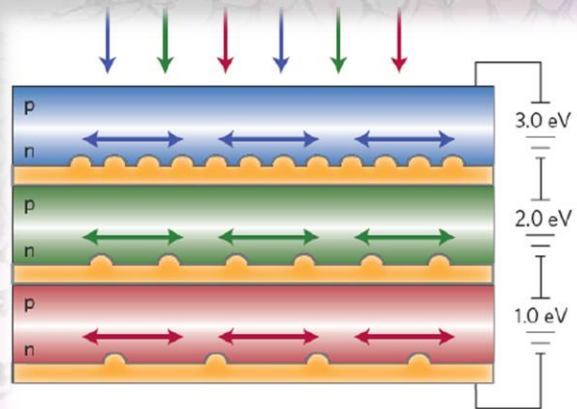
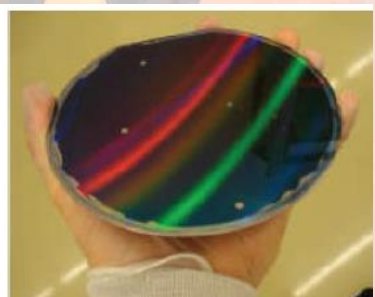
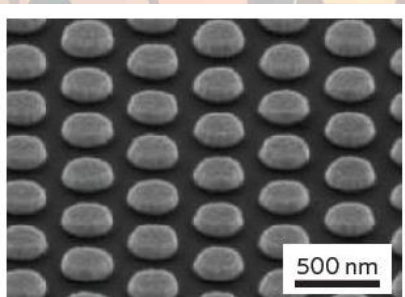
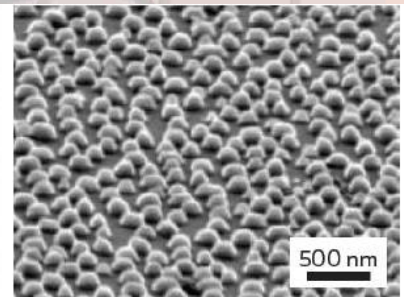
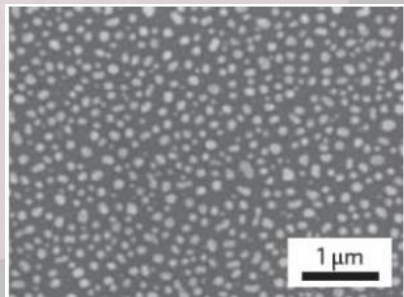


Рис.6.36. Схемы реализации наноплазмонных и нанофотонных механизмов изменения оптической длины квантов света



Характерный вид металлических наноструктур в наноплазмонных ФЭЯ.

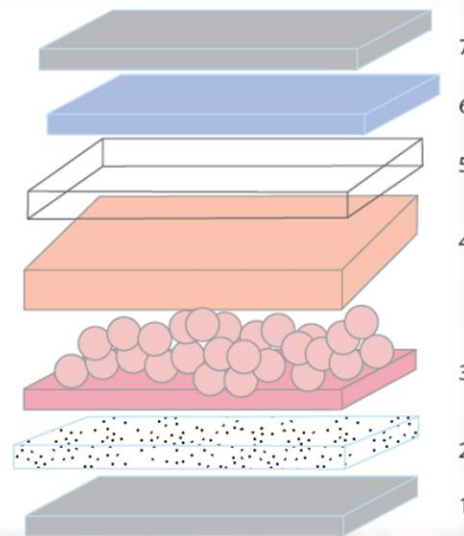
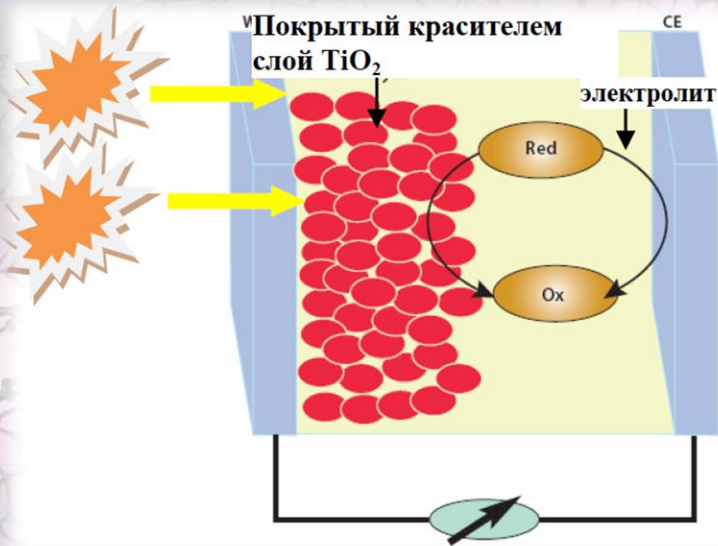


Рис.6.38. Схема фотосенсибилизированной ФЭЯ на красителях: слева – общий вид, справа – последовательность слоев: 1- прозрачный проводящий оксид (TCO, рабочий электрод), 2 – подслой (мезопористый оксид), 3 – фотоактивный мезопористый оксид с покрытием молекулами красителя, 4 – электролит, 5 – сепаратор, 6 – тонкий слой Pt катализатора, 7 - прозрачный проводящий оксид (TCO противоположный электрод)

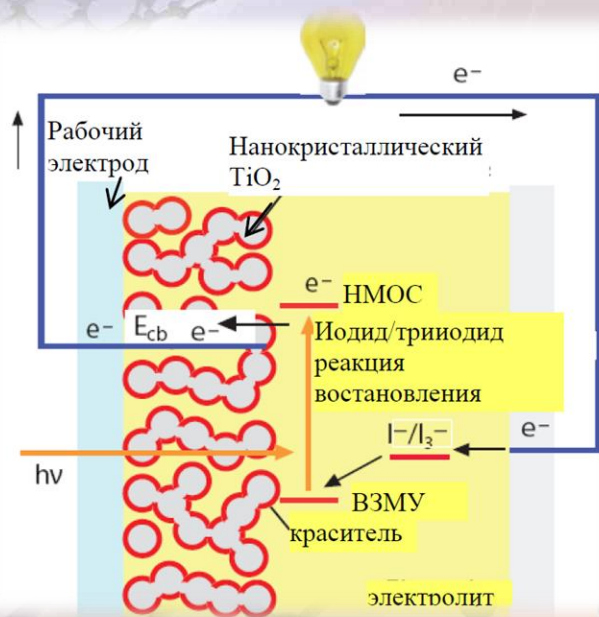


Схема действия фотосенсибилизированной ФЭЯ на красителях

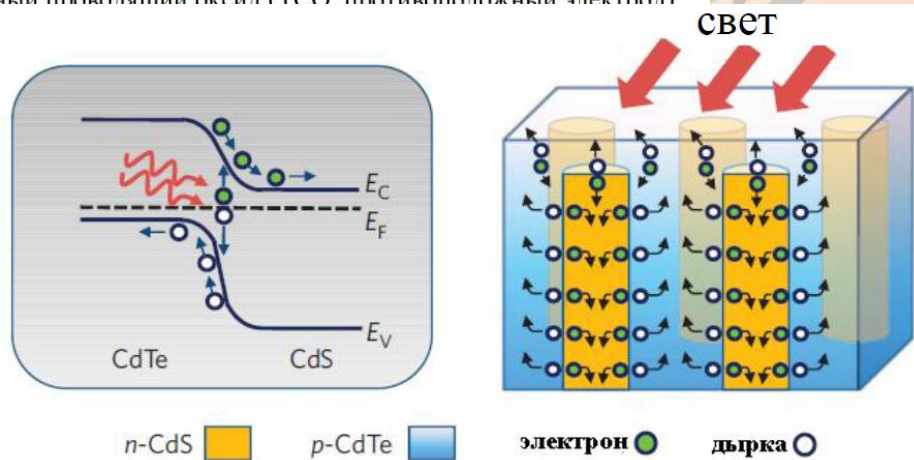


Рис.6.41. Схема работы 3D-наноструктур на основе регулярного леса CdS-CdTe наностержней

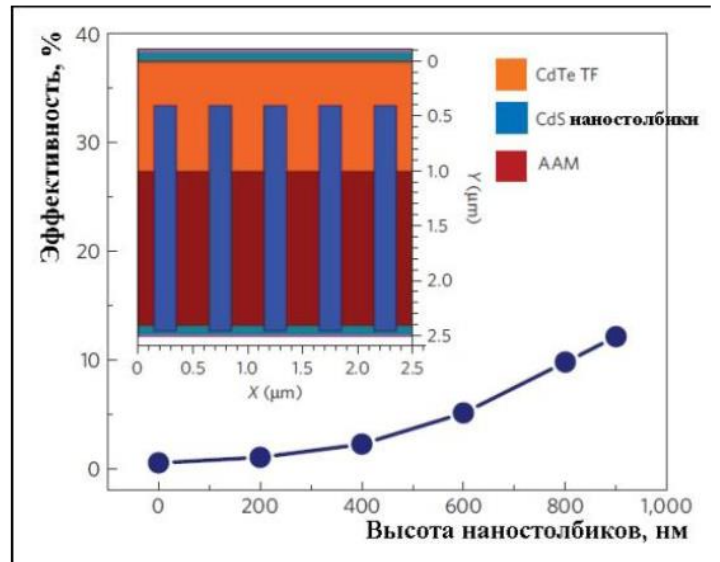
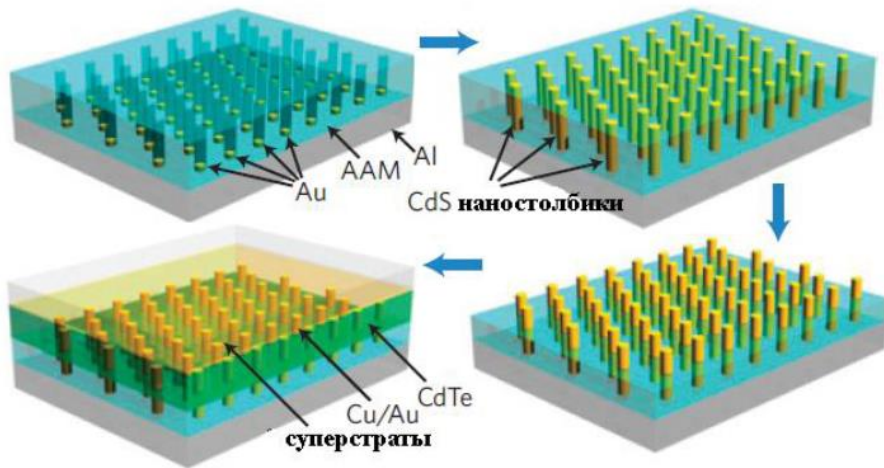


Рис.6.42. Технология построения 3D структур и зависимость эффективности от геометрических параметров структуры

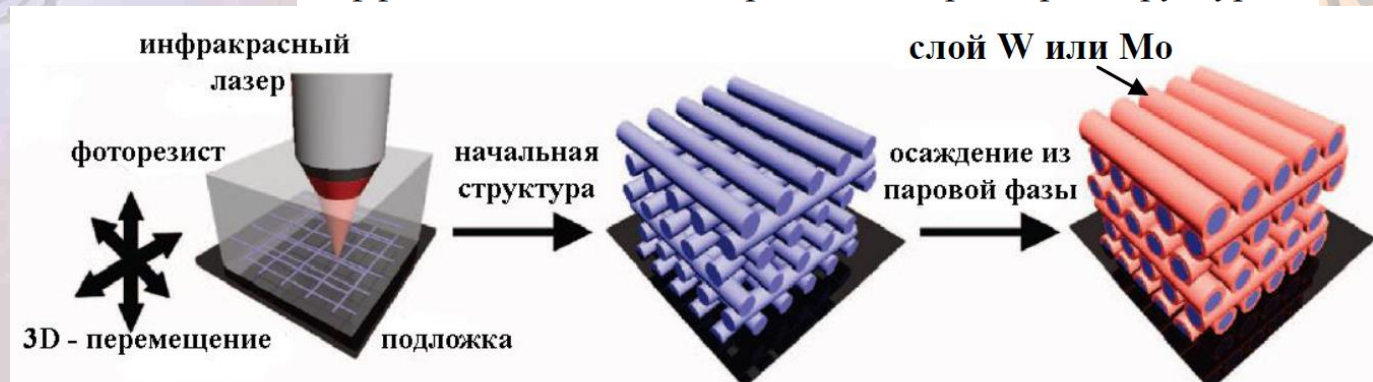
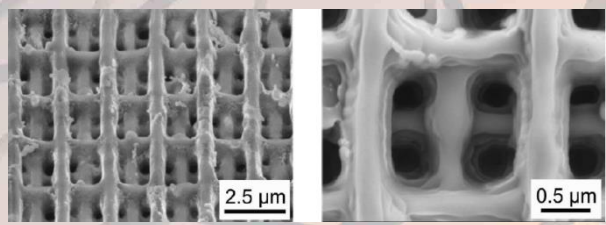
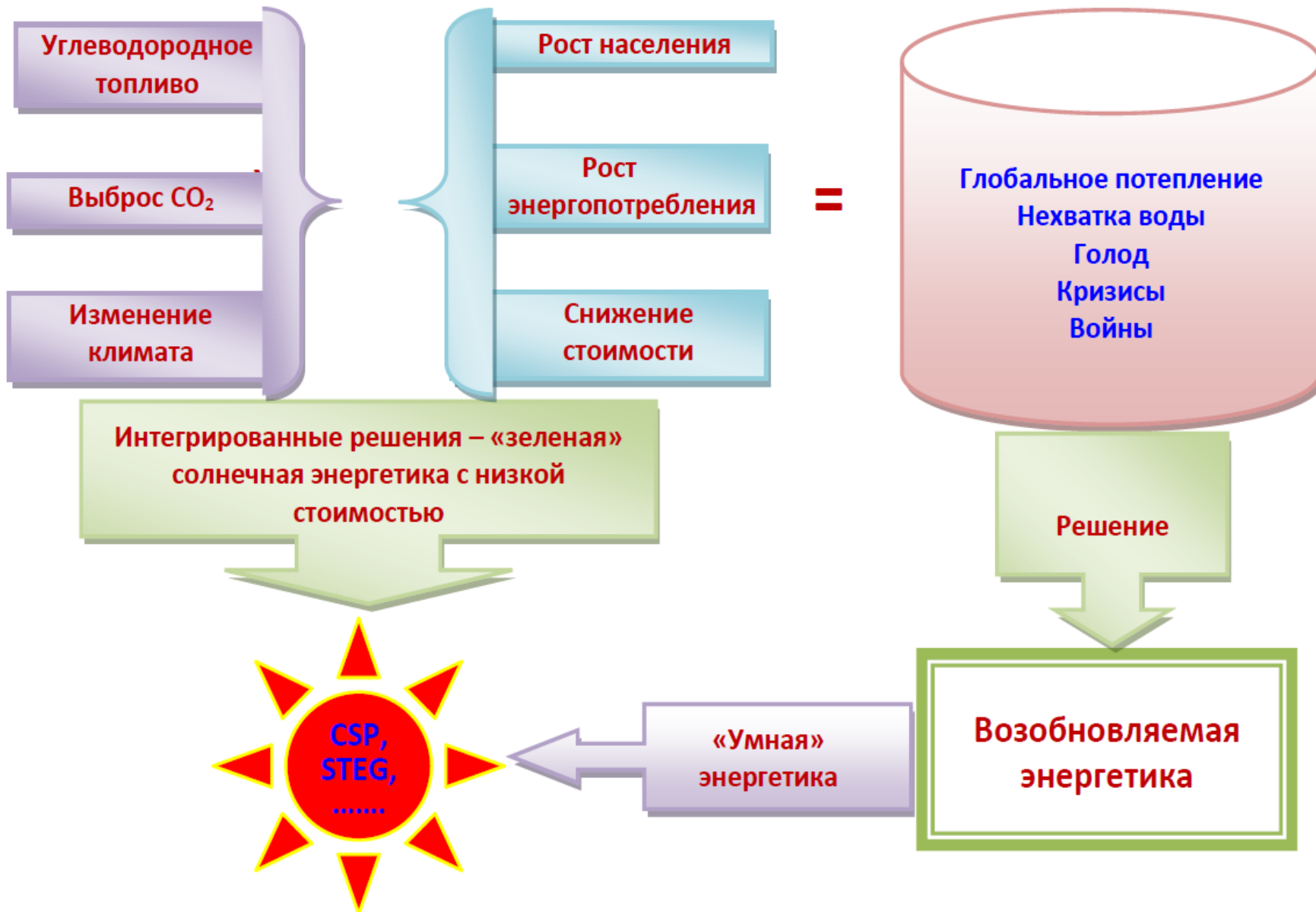


Рис.6.43. Схема создания и вид 3D-архитектуры («поленица») термоФЭЯ на основе полупроводников, покрытых слоем молибдена или вольфрама

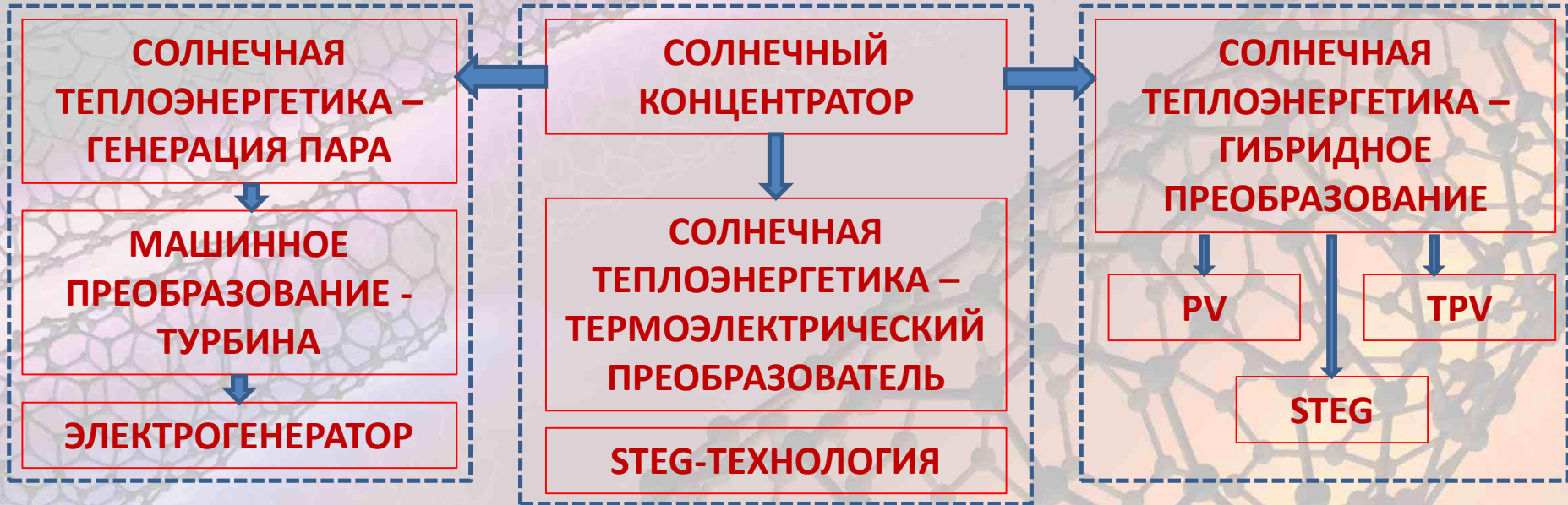


Общий вид (электронная микроскопия) структуры «поленица» на основе полупроводника с W или Mo

СМЕНА ТРЕНДА - ОТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ УГЛЕВОДОРОДНЫХ ТОПЛИВ К НЕОБХОДИМОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ НОВЫХ ВЫЗОВОВ И РЕШЕНИЙ: МОТИВАЦИИ ДЛЯ НОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ГЕНЕРАЦИИ...



ПУТИ КОНВЕРСИИ СОЛНЕЧНОЙ ЭНЕРГИИ (ВСЬ ПЛАНКОВСКИЙ СПЕКТР ИЗЛУЧЕНИЯ)



PV - ФОТОВОЛЬТАИКА, ОБЫЧНЫЕ СОЛНЕЧНЫЕ ПАНЕЛИ;
TRV - ТЕРМОФОТОВОЛЬТАИКА



СОЛНЕЧНАЯ ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКА



СОЛНЕЧНАЯ
ТЕПЛОЭЛЕКТРОСТАНЦИЯ



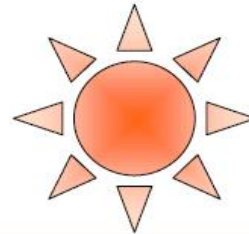
СОЛНЕЧНАЯ ВЕНТИЛЯЦИЯ



СОЛНЕЧНЫЙ
ВОДОНАГРЕВАТЕЛЬ



СОЛНЕЧНАЯ ПЛИТА



ТЕХНОЛОГИИ КОНВЕРСИИ
СОЛНЕЧНОЙ ТЕПЛОЙ
ЭНЕРГИИ



СОЛНЕЧНАЯ СУШКА



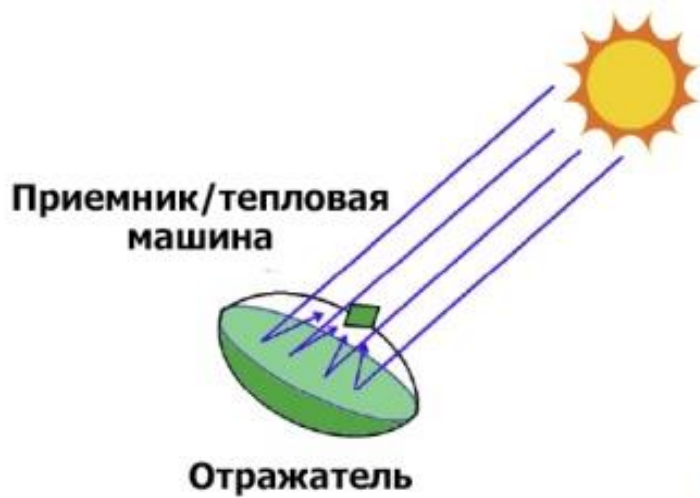
СОЛНЕЧНОЕ ОПРЕСНЕНИЕ



СОЛНЕЧНЫЙ ПРУД

Солнечные концентраторы

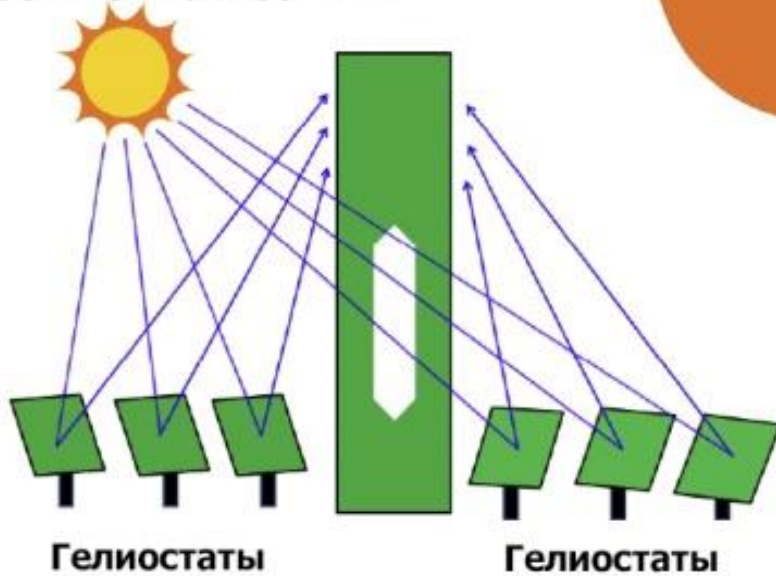
Параболическая чаша



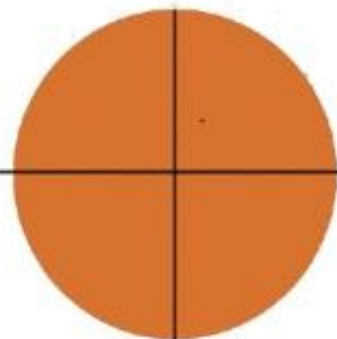
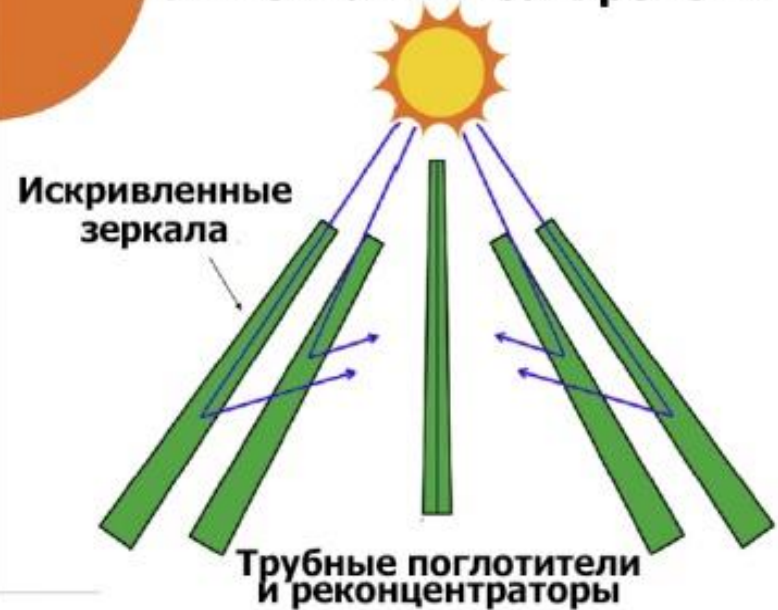
Параболический желоб



Солнечная башня



Линейная линза Френеля



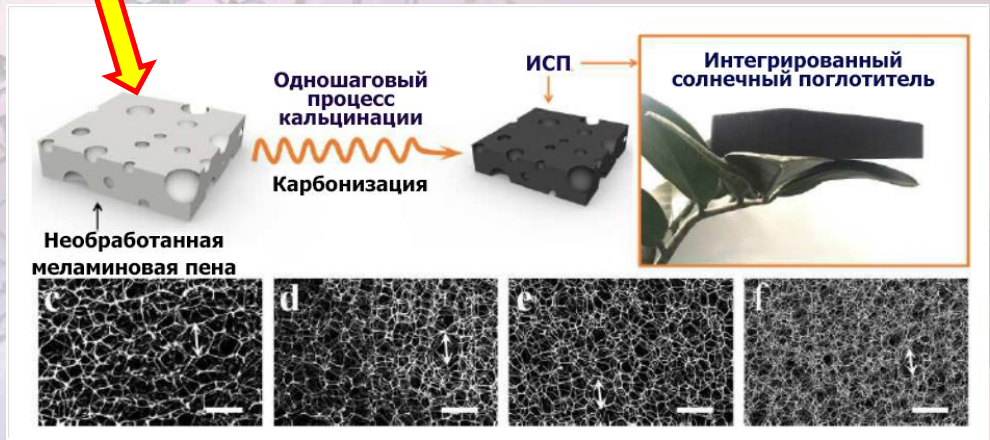
Действующие станции с солнечной объемной генерацией пара (CSP)



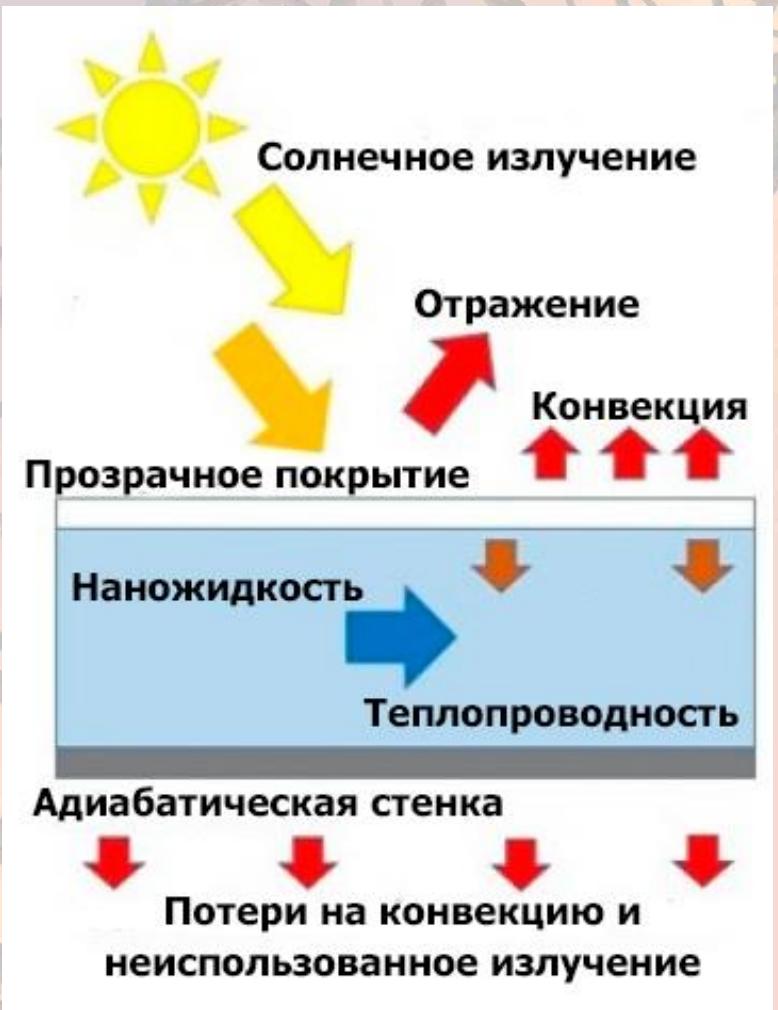
НАГРЕВ РАБОЧЕЙ ЖИДКОСТИ И ГЕНЕРАЦИЯ ПАРА

ПОВЕРХНОСТНЫЙ НАГРЕВ

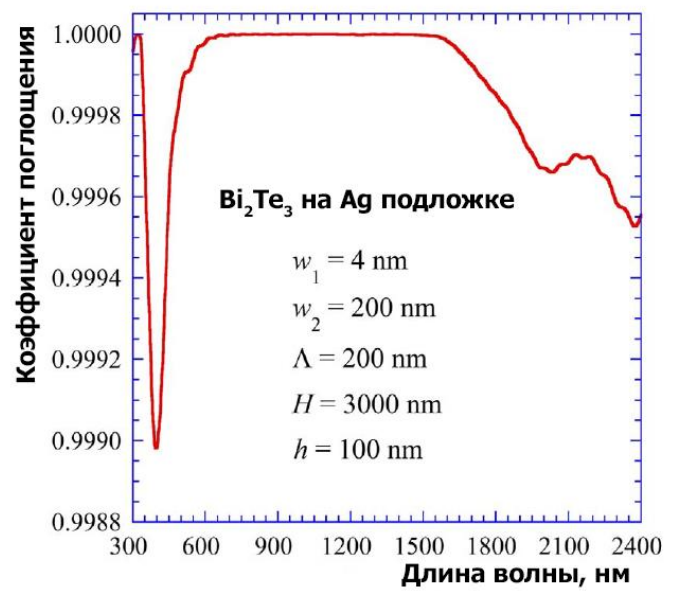
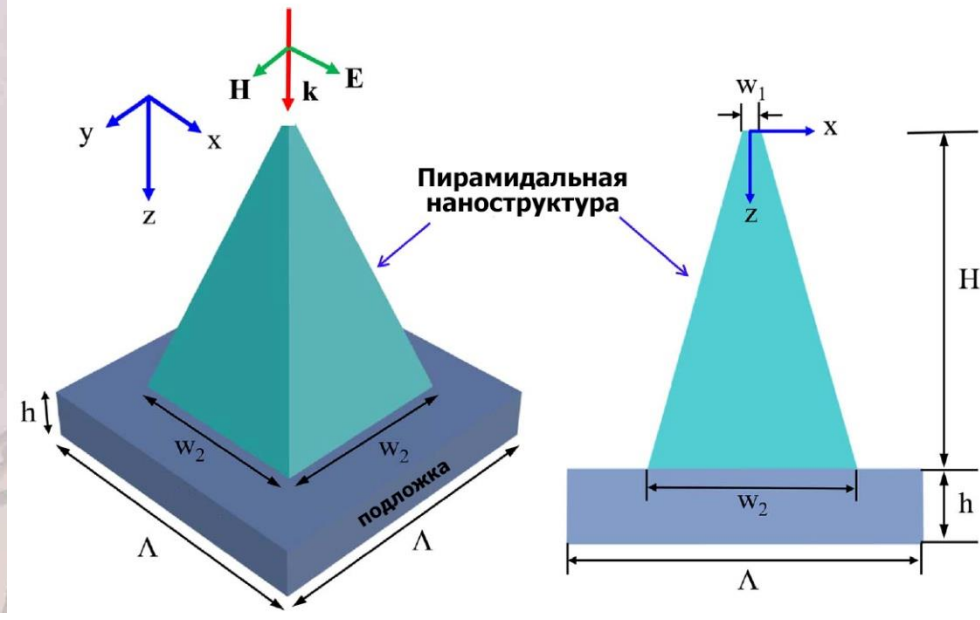
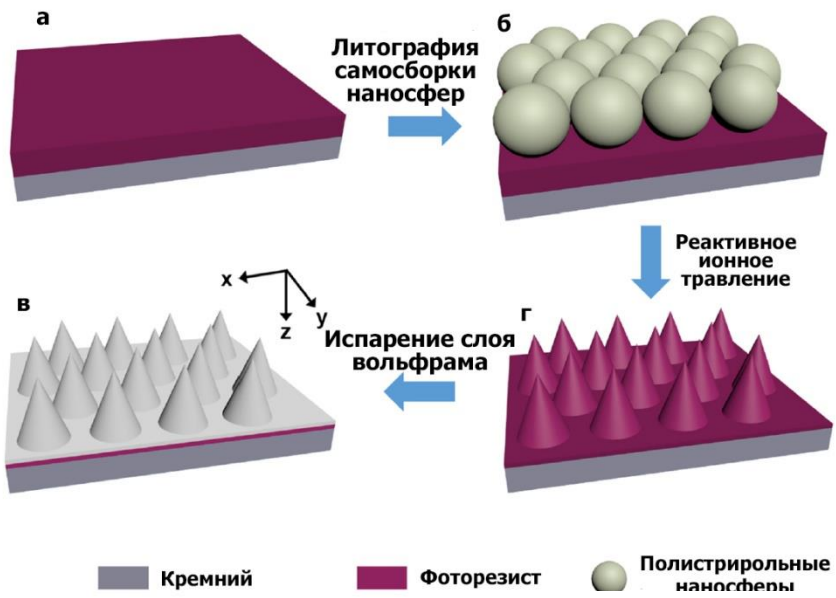
ОБЪЕМНЫЙ НАГРЕВ



специальные поверхности с эффективным поглощением



Мезо- и наноструктуры для эффективного поглощения солнечной радиации



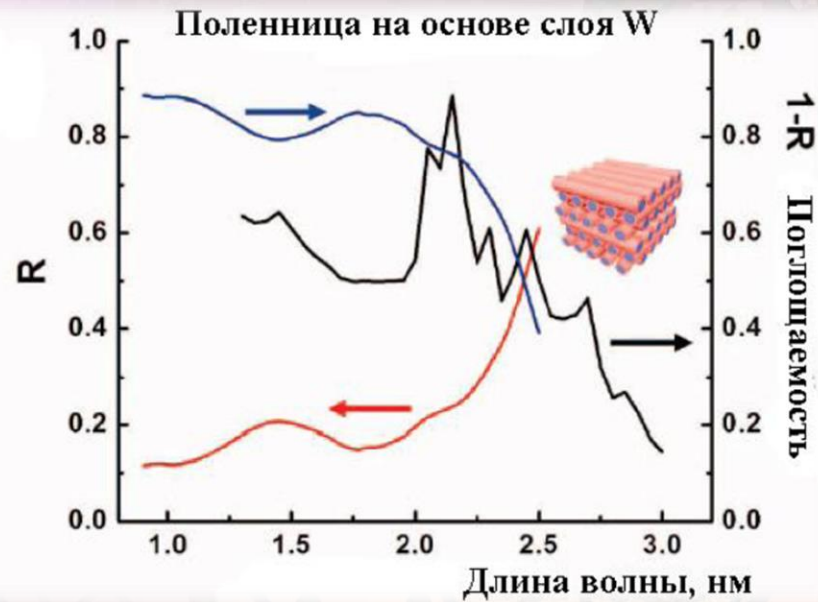
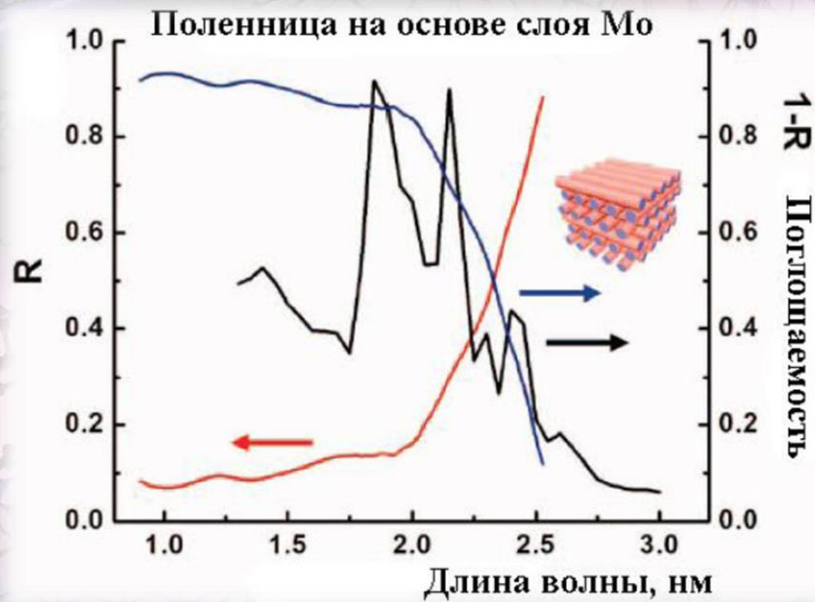
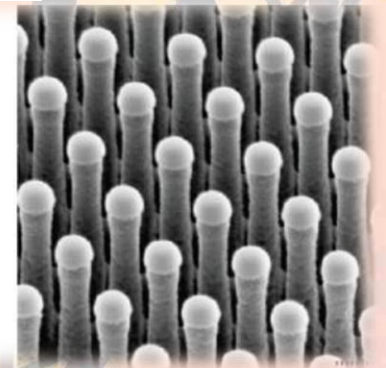
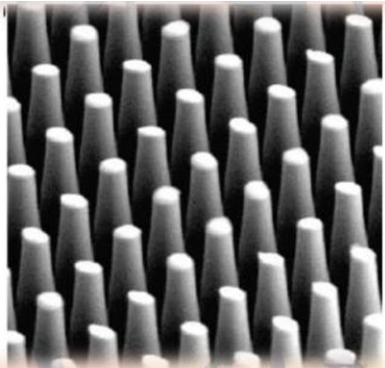
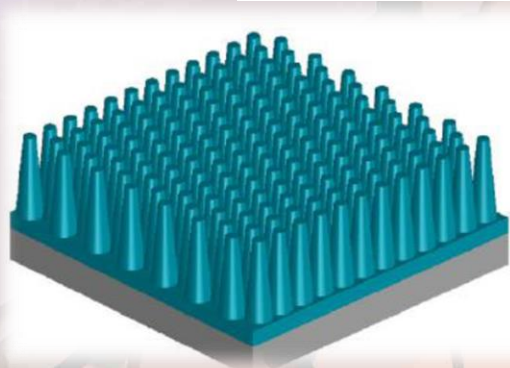
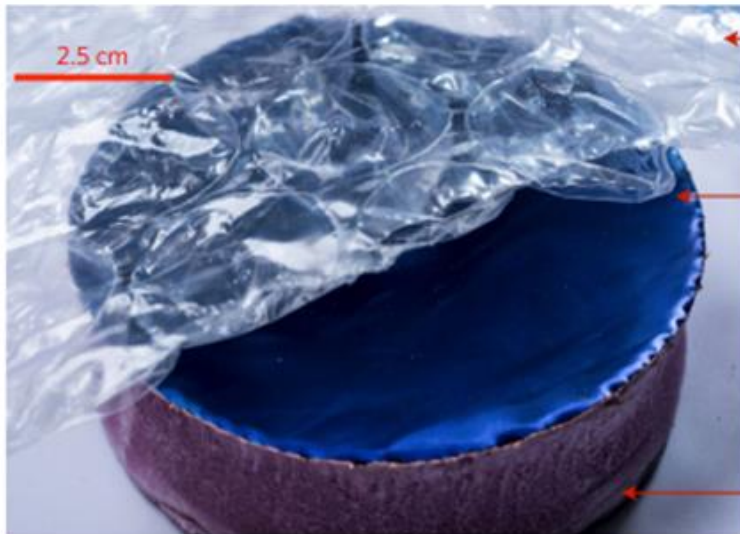
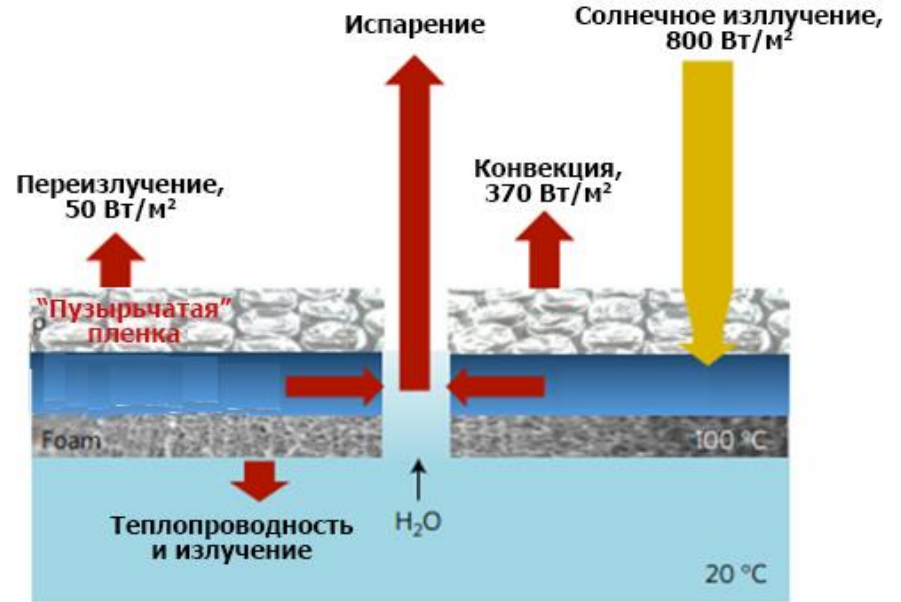
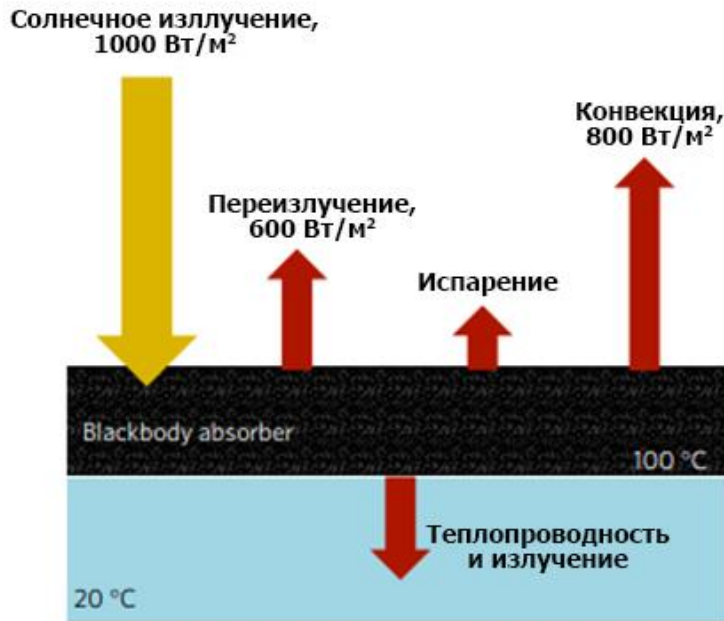


Рис.6.45. Зависимости свойств отражения и поглощения «поленниц» из W или Mo от длины волны



Коническая наноструктура кремния и типы конических окончаний

Солнечная объемная генерация пара

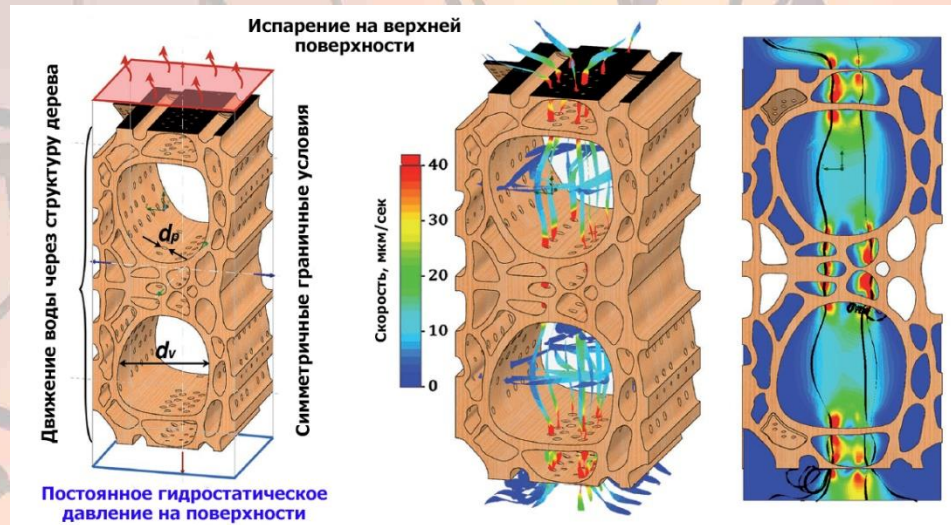
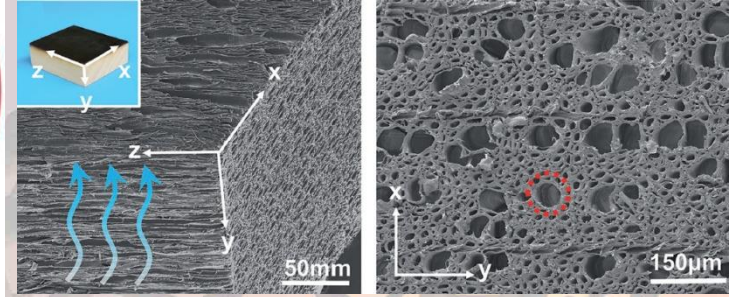
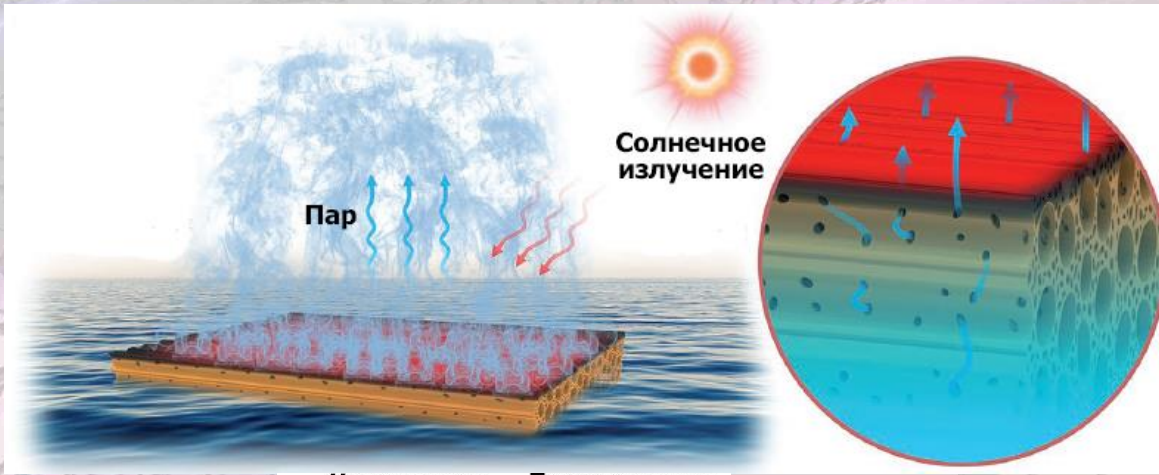


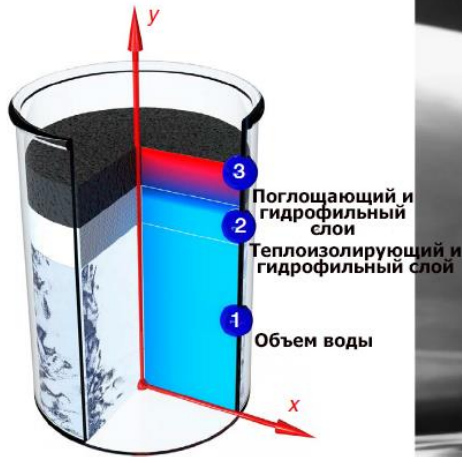
Изолирующая прозрачная "пузырьчатая" пленка



Термоизолирующая плавающая пленка

Солнечная поверхностная генерация пара

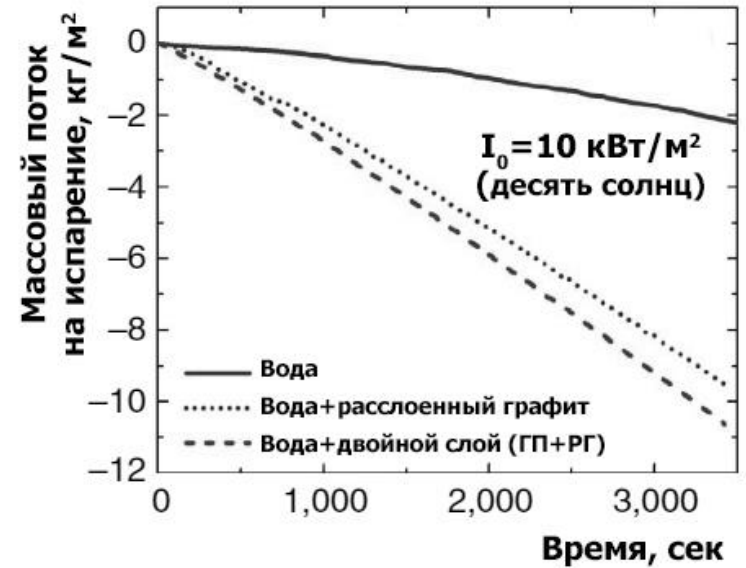
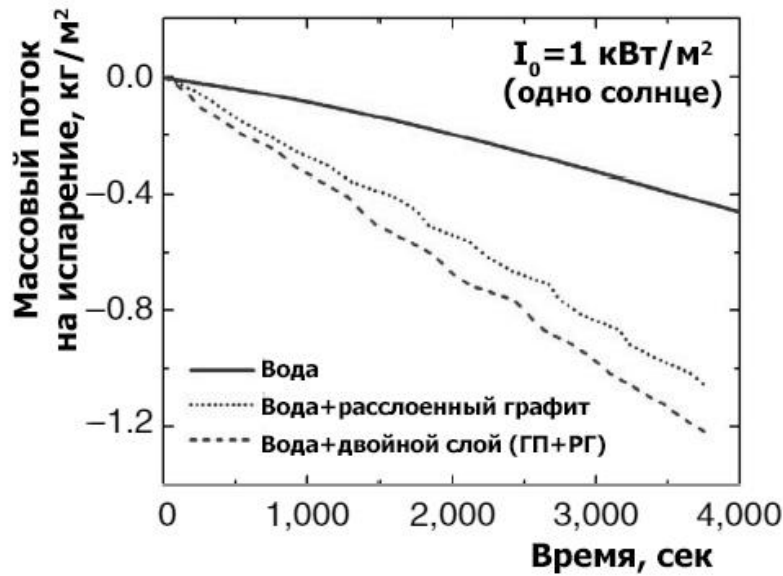


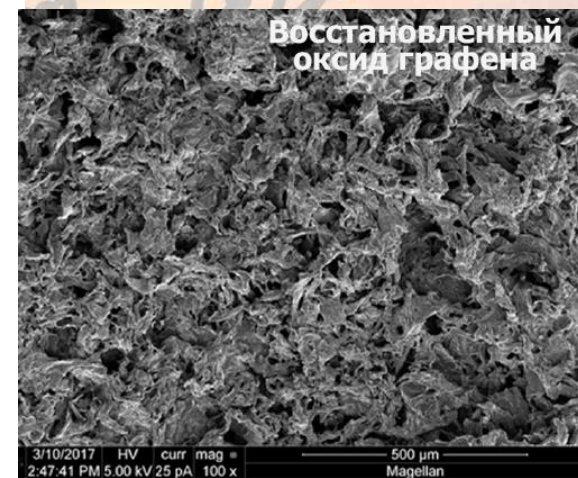
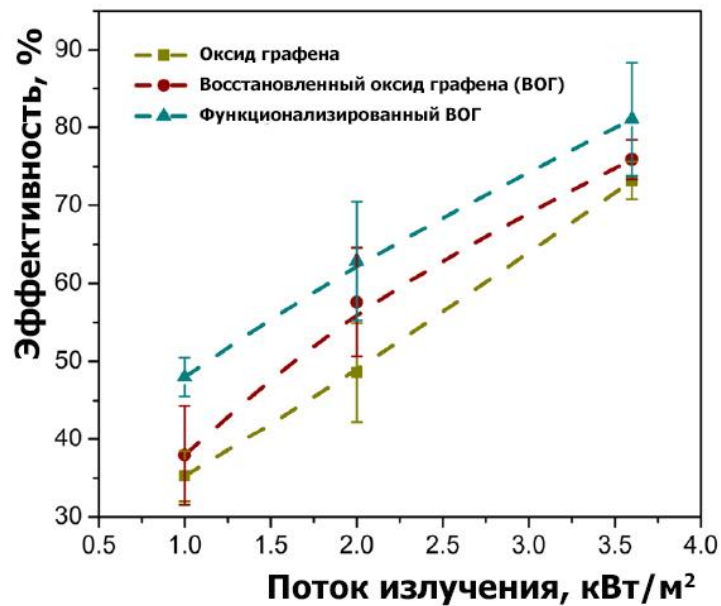
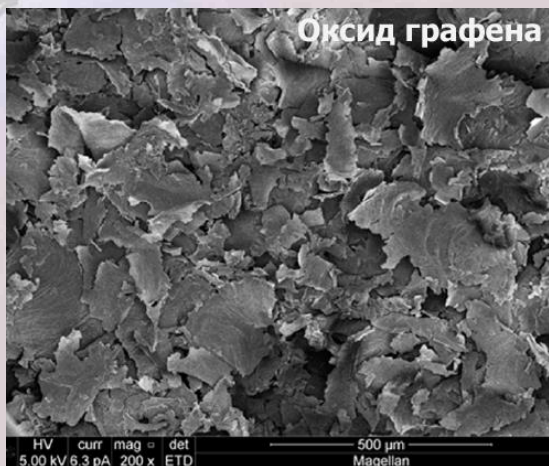
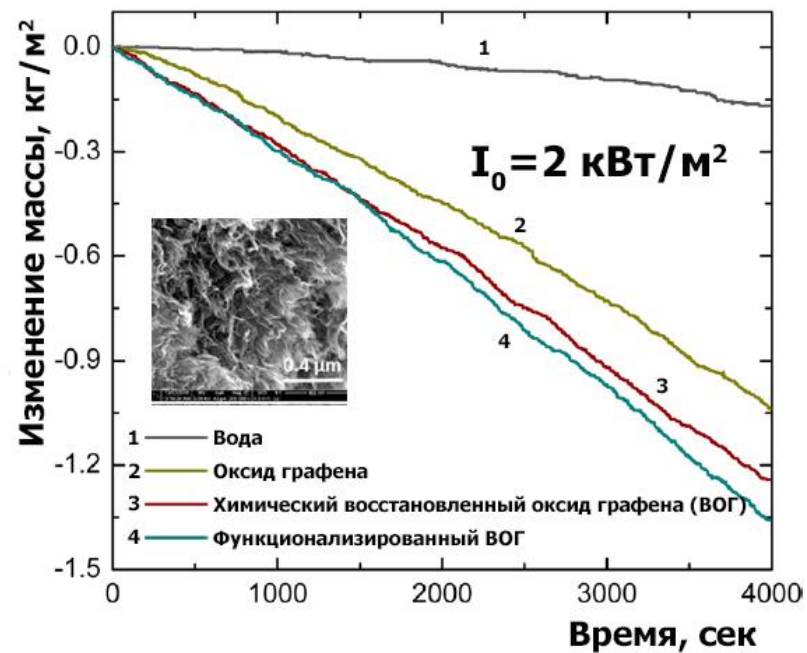
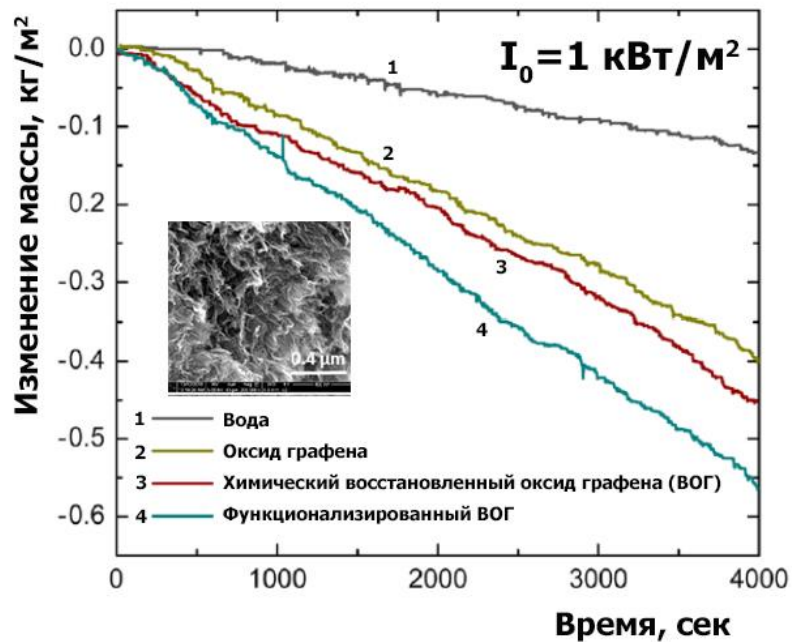


Углеродная структура для локализации тепла

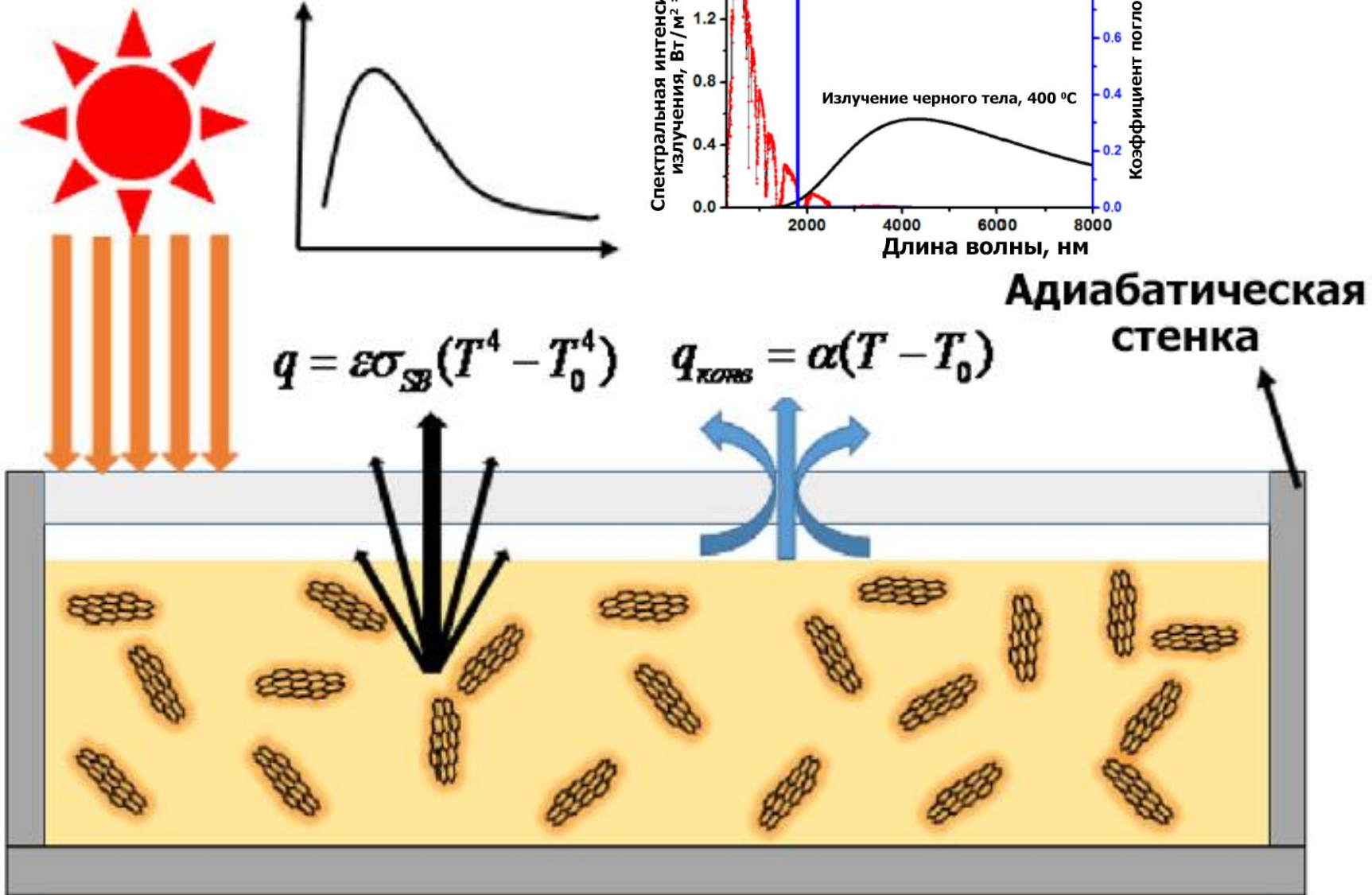
Расслоенный графит (поглощение, гидрофильность, пористость)

Углеродная пена (изоляция, гидрофильность, пористость)

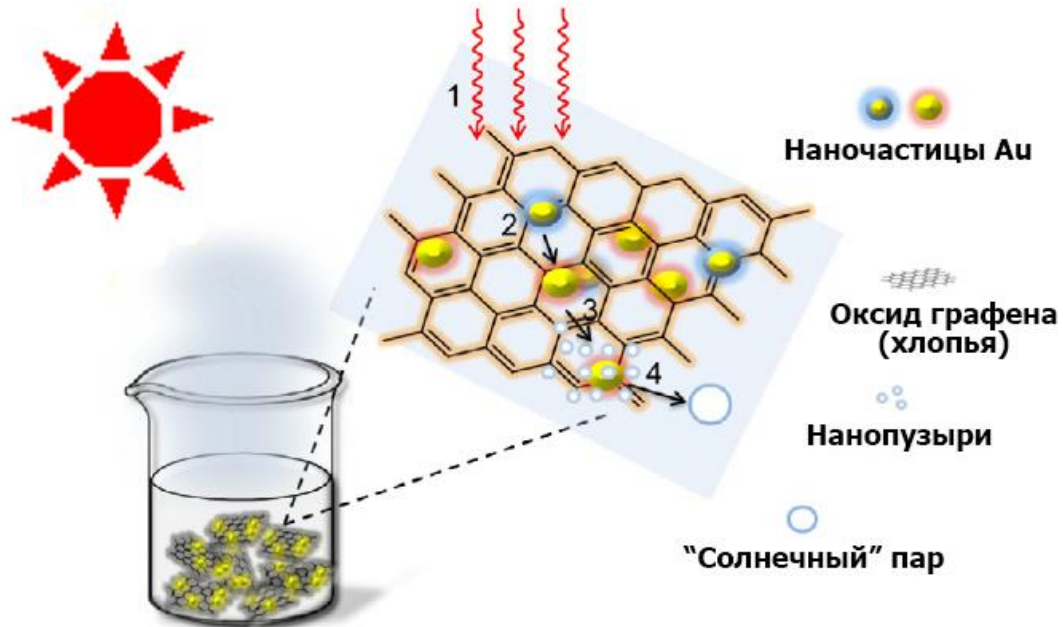
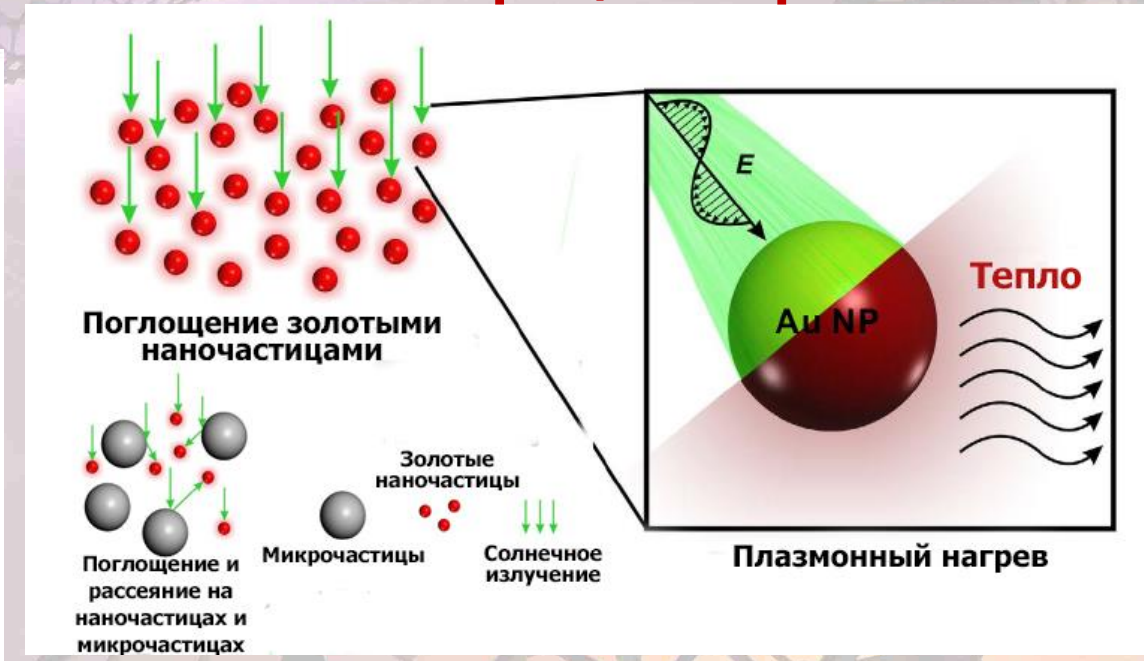
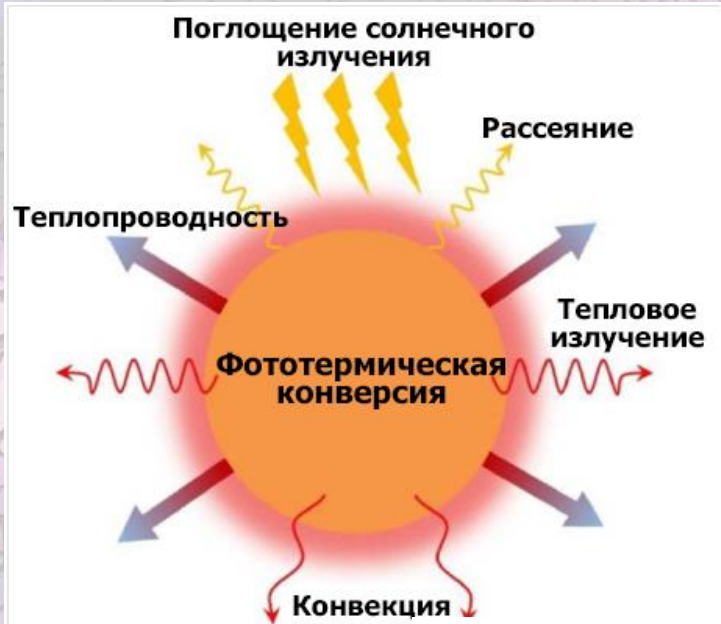




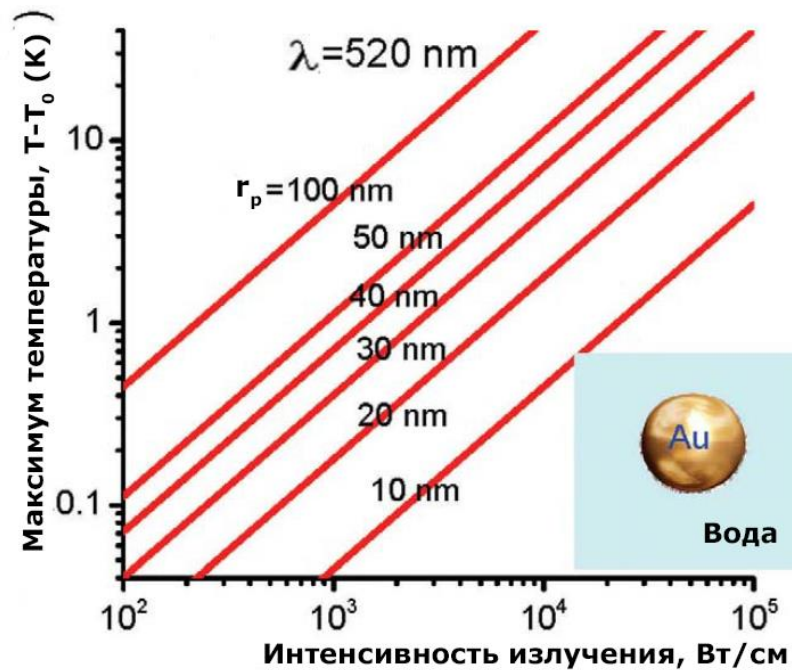
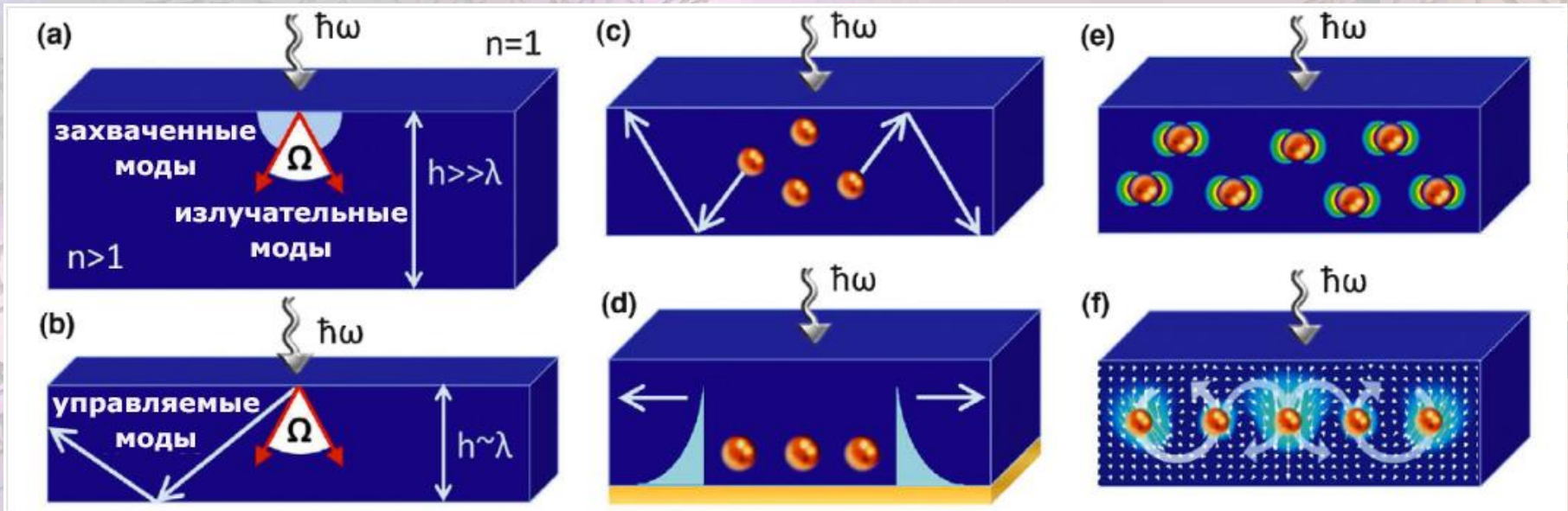
Солнечная объемная генерация пара



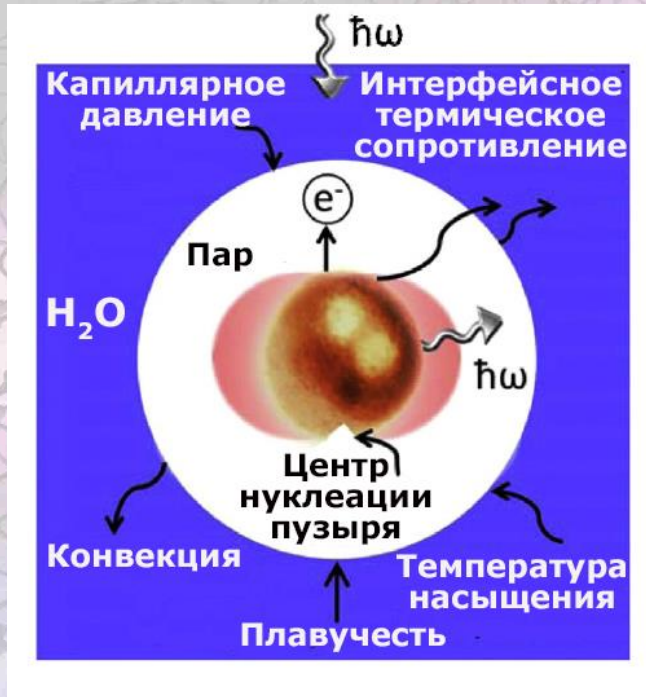
Солнечная объемная генерация пара



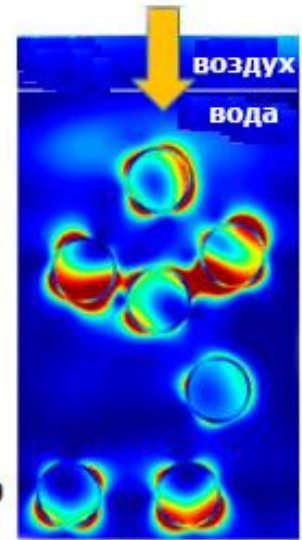
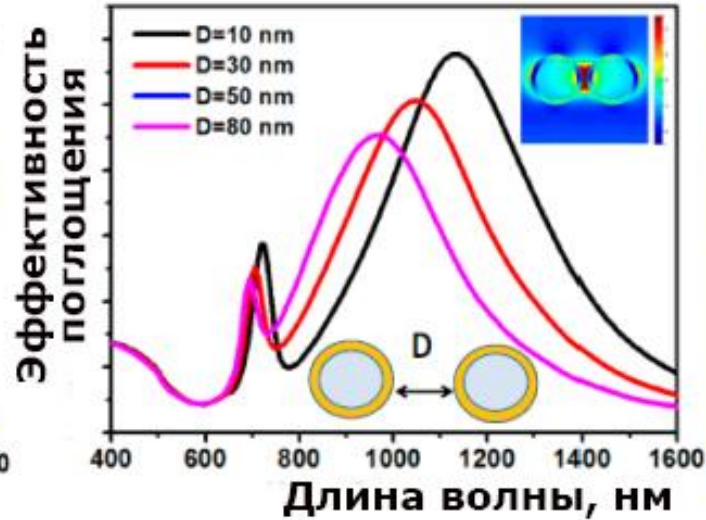
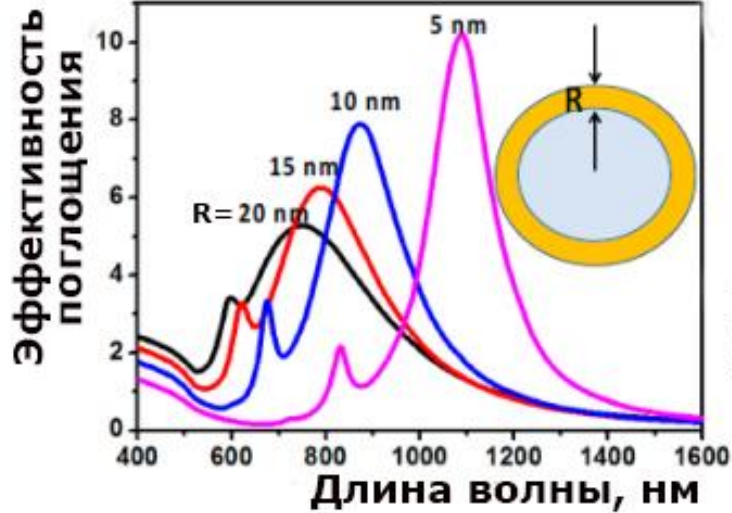
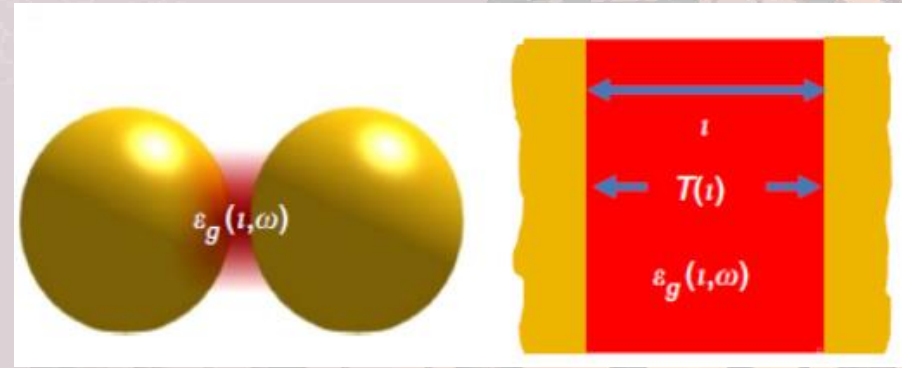
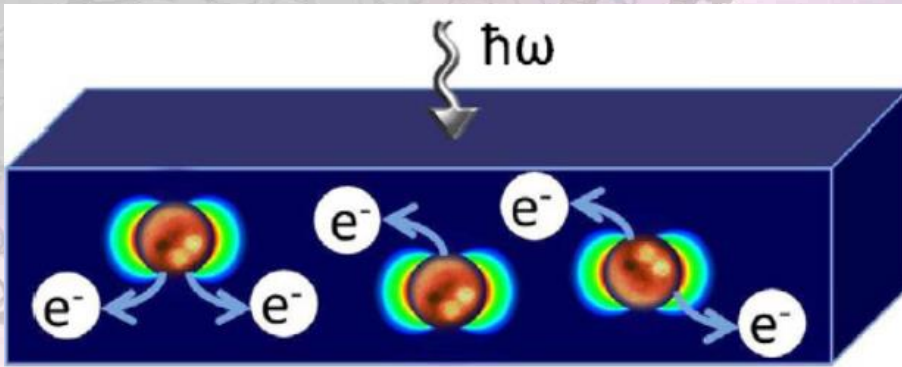
Солнечная объемная генерация пара



Солнечная объемная генерация пара



Солнечная объемная генерация пара



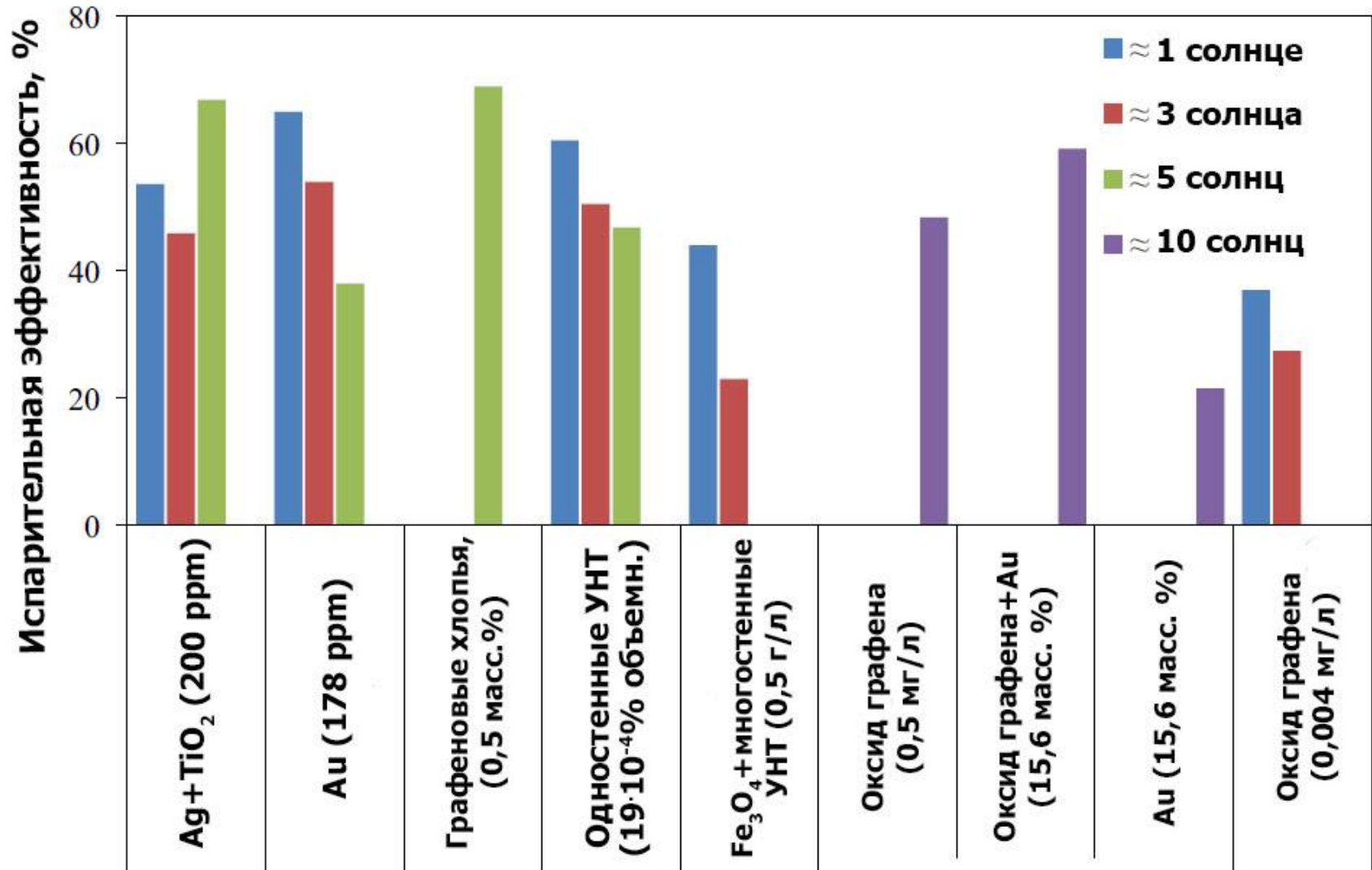
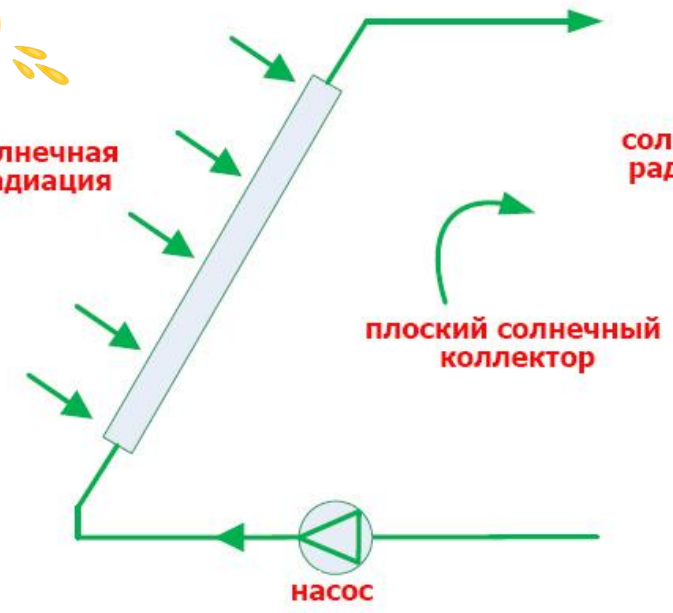


Схема системы генерации пара в коллекторе с поглощающей поверхностью

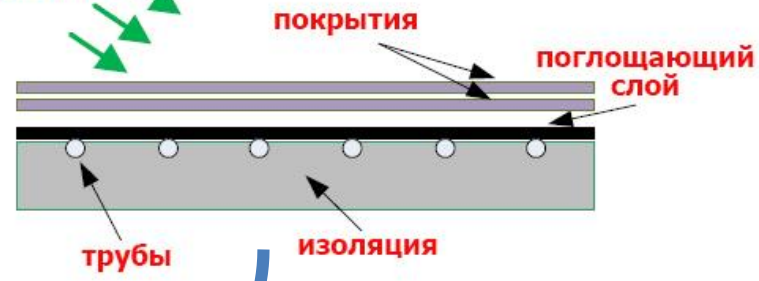
солнечная радиация



плоский солнечный коллектор

насос

солнечная радиация



покрытия

поглощающий слой

трубы

изоляция

ОБЪЕМНАЯ ГЕНЕРАЦИЯ «СОЛНЕЧНОГО» ПАРА

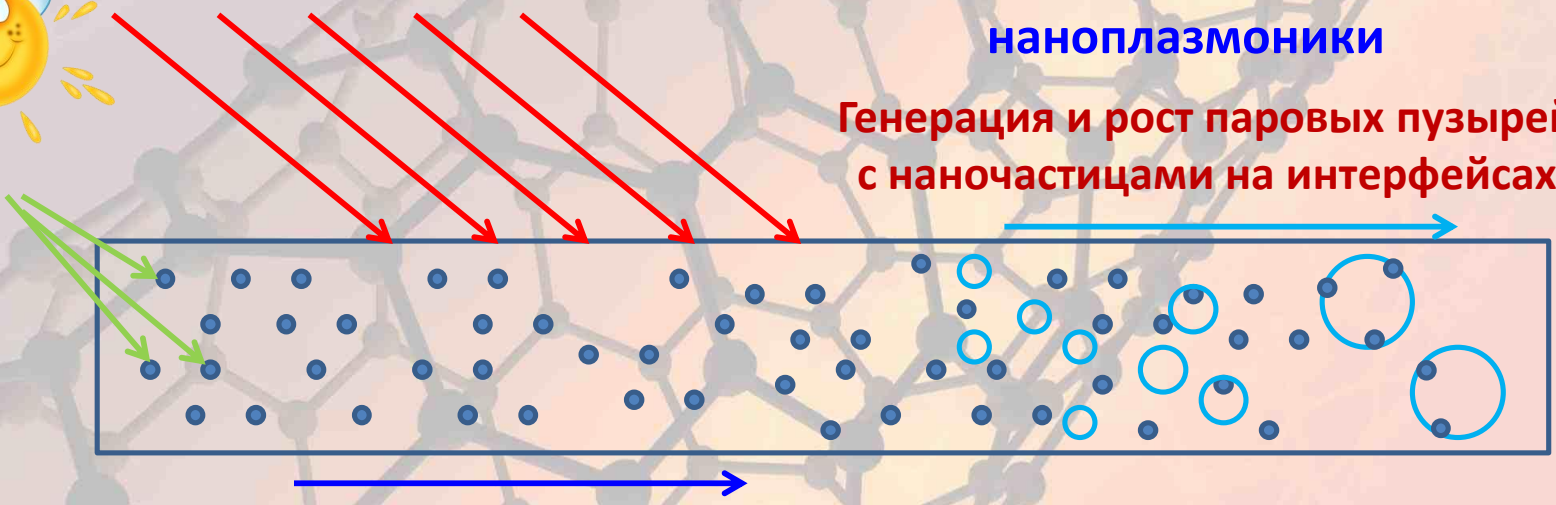
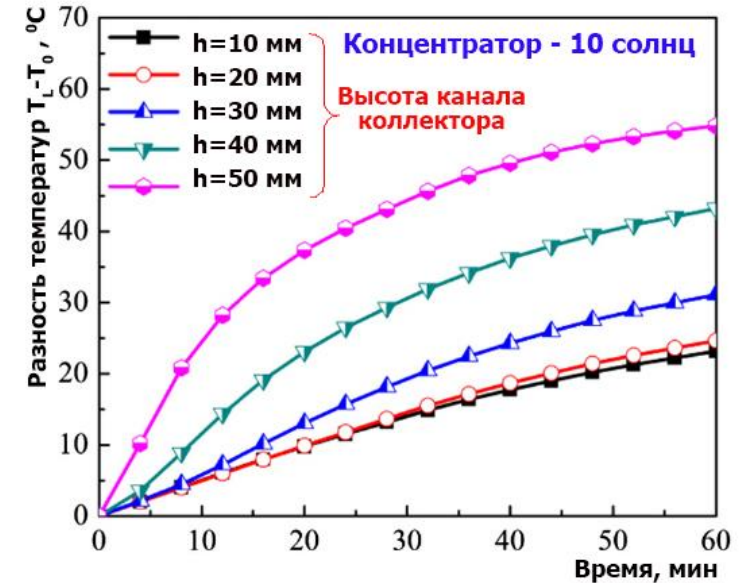
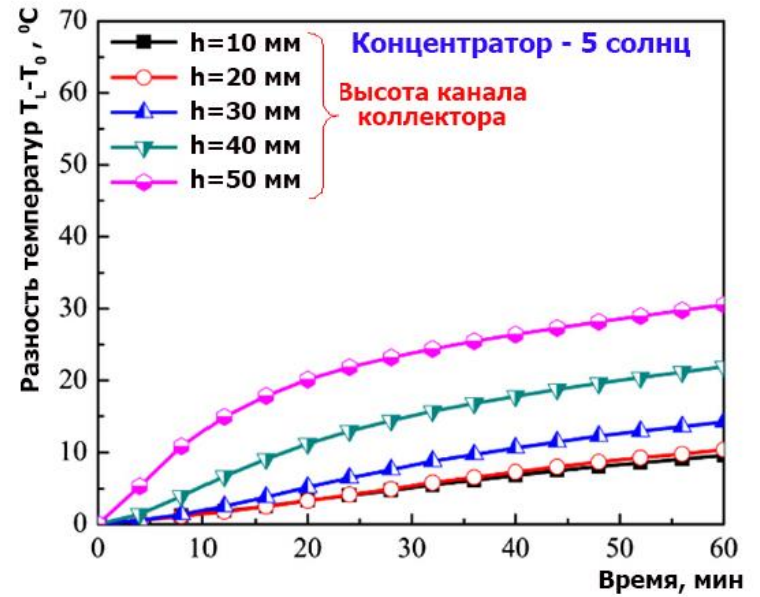
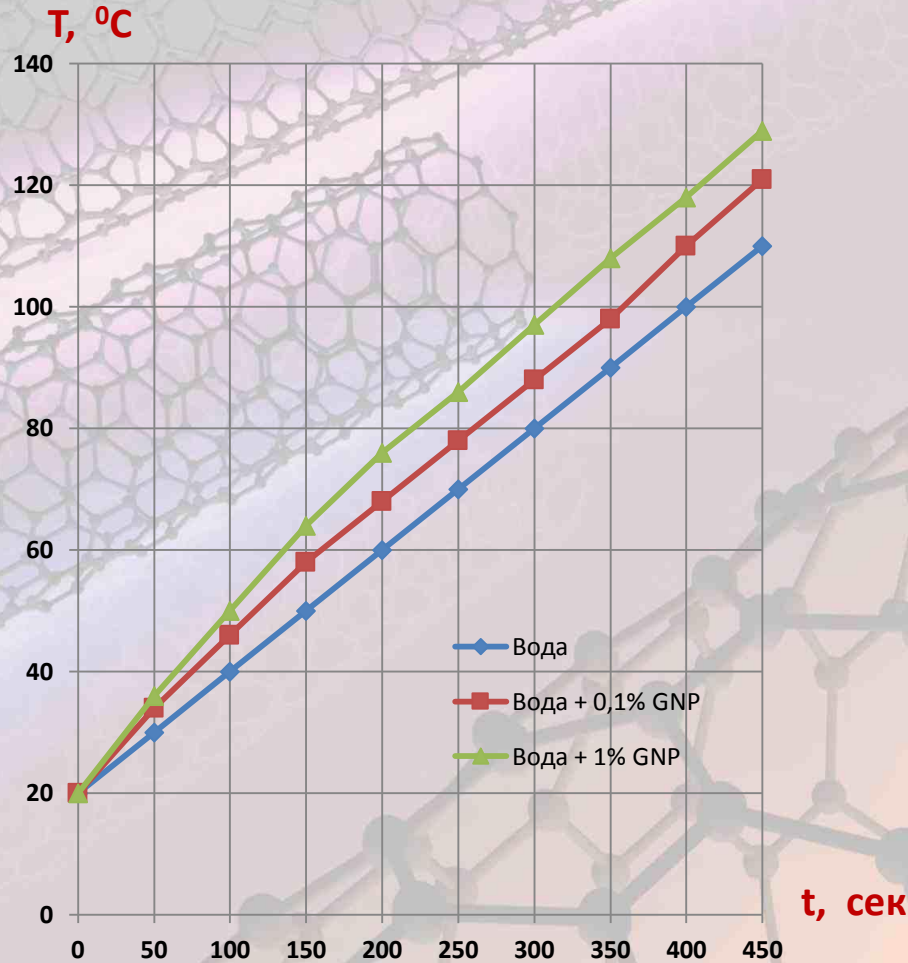


Схема системы генерации пара на базе наножидкостей с эффектом наноплазмоники

Генерация и рост паровых пузырей с наночастицами на интерфейсах

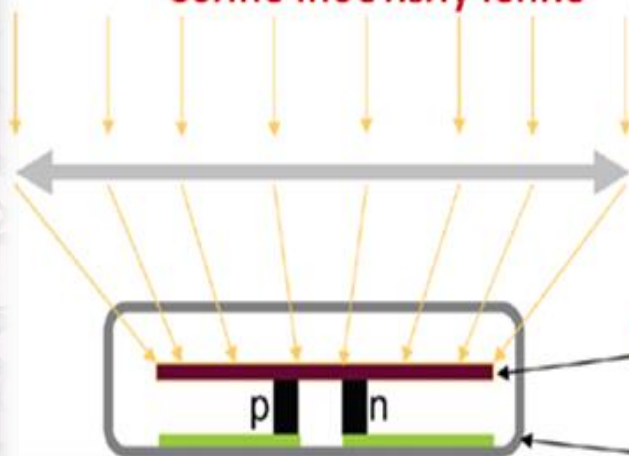
Течение рабочей жидкости

Температура рабочей жидкости при нагреве солнечной радиацией



ГИБРИДНАЯ СОЛНЕЧНАЯ И ТЕРМОЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ ЭНЕРГЕТИКА

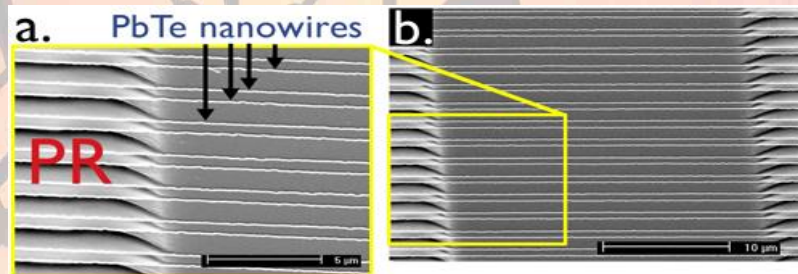
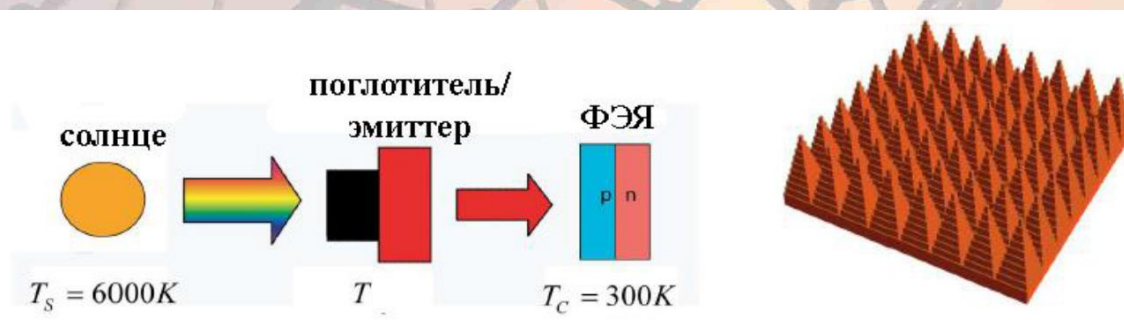
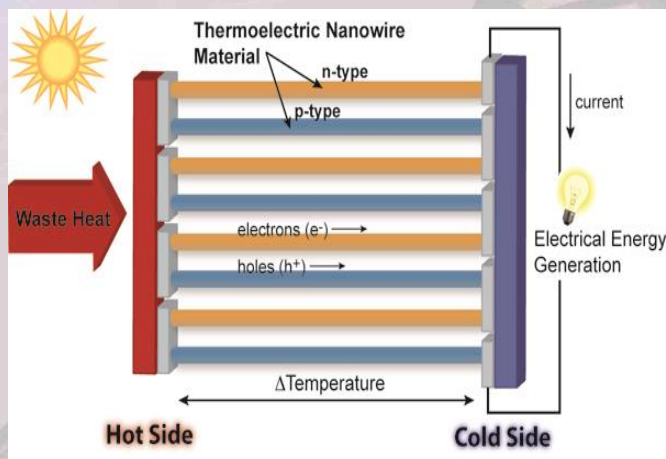
Солнечное излучение



Концентратор

Селективно поглощающая поверхность
Вакуумный бокс

Схема единичной ячейки солнечного термоэлектрического генератора: солнечное излучение поступает через солнечный концентратор, проходит в прозрачный вакуумированный бокс и поглощается на селективно поглощающей поверхности, которая является горячей частью СТЭГа



Термоэлектрическое преобразование низкопотенциального тепла

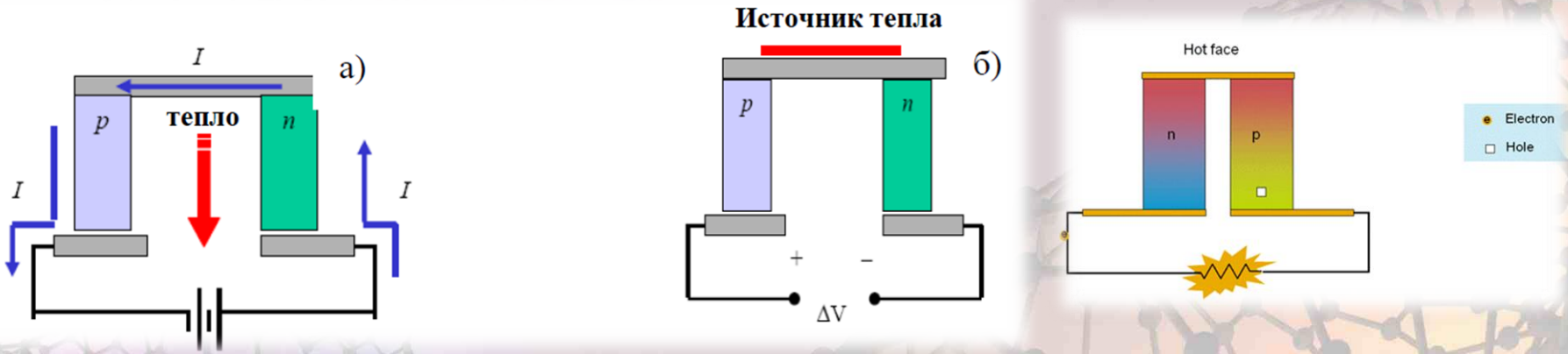


Схема термоэлектрических рефрижератора (а) и термоэлектрического генератора электрической мощности (б)



Величины ZT для ряда материалов при различных температурах

Величину ZT называют коэффициентом качества (figure of merit – в английской транскрипции):

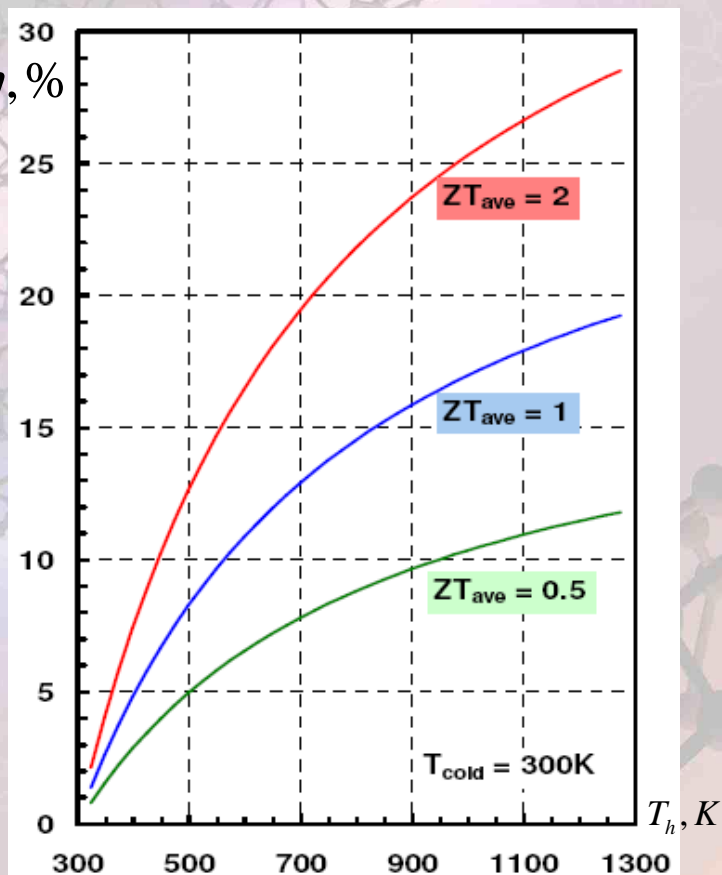
$$ZT = S^2 \sigma T / \lambda$$

Эффективность генерации энергии

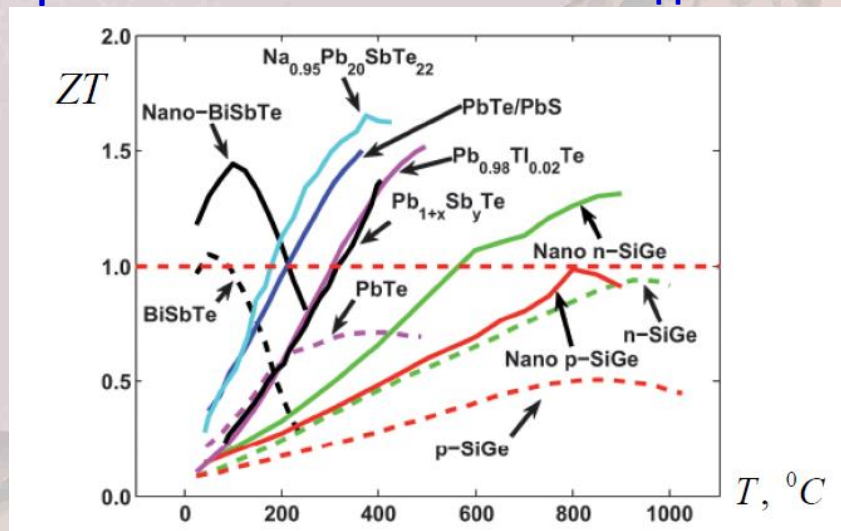
$$\eta = \frac{T_h - T_c}{T_h} \cdot \frac{\sqrt{Z\bar{T} + 1} - 1}{\sqrt{Z\bar{T} + 1} + (T_c / T_h)}$$

Таким образом, эффективность генерации энергии связана с коэффициентом качества. Для повышения величины ZT, как видно, требуется большое значение коэффициента Зеебека, высокая электропроводность и низкая теплопроводность

Обычно классифицируют термоэлектрические материалы на области, в которых имеется пик при определенной температуре: низкотемпературные (200-400K), среднетемпературные (400-800K) и высокотемпературные (выше 800K). Например, наиболее известным при комнатной температуре коммерческим материалом является семейство соединений $(\text{Bi}_{1-x}\text{Sb}_x)_2(\text{Se}_{1-y}\text{Te}_y)_2$ с $ZT \sim 1$



Зависимость эффективности преобразования тепла в электричество как функция горячей стороны при различных значениях величины ZT



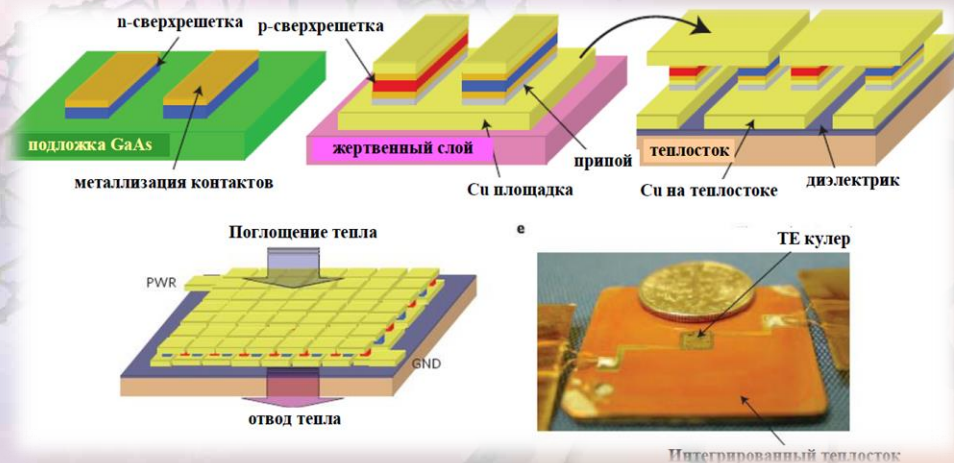
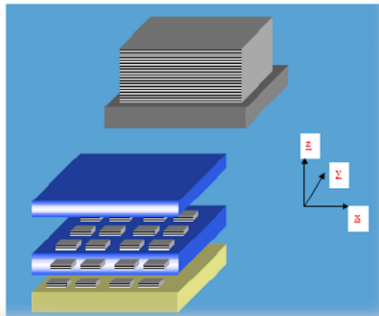
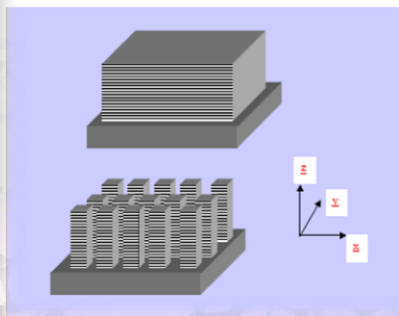
Величина ZT для различных современных наноматериалов как функция температуры



Прогресс в развитии TE наноматериалов за последние 60 лет

Перспективные нанотехнологии на базе наноматериалов с $ZT > 1$

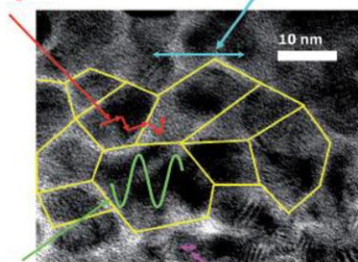
Схема перехода от технологии 2D сверхрешеток к 1D технологии нанопроволок и квантовых нанобоксов



Последовательные шаги изготовления пленочного ТЕ элемента на основе сверхрешеток

Длина свободного пробега электронов – 2-5 нм

Размеры зерен – 10-20 нм



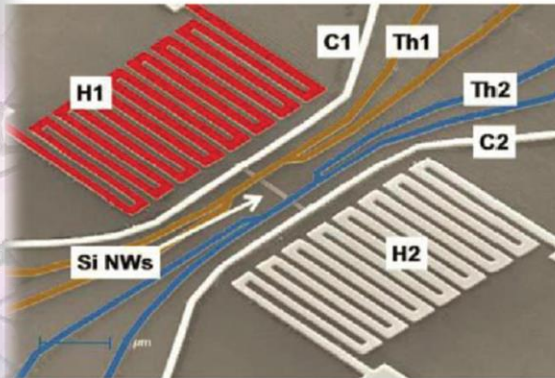
Дейбройлевская длина волны электронов – 5-10 нм

Расстояние между отдельными неоднородностями – 1-2 нм

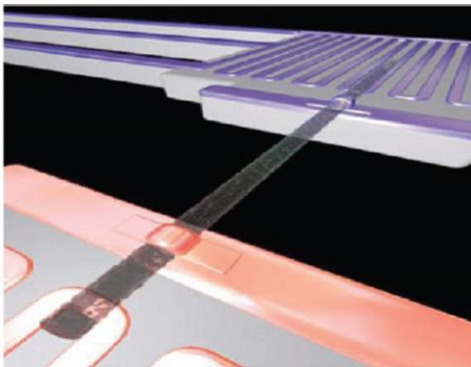
Характерные масштабы в нанокompозите и соответствующие параметры для электронов (просвечивающая электронная микроскопия)

ОСНОВНЫЕ СОВРЕМЕННЫЕ ТЕРМОЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ НАНОМАТЕРИАЛЫ

Nanowires

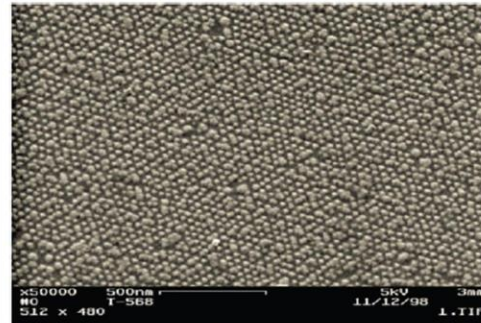


ZT~1.2 @ 350 K nanowire p-type, Si
[Heath, Caltech, 2008]

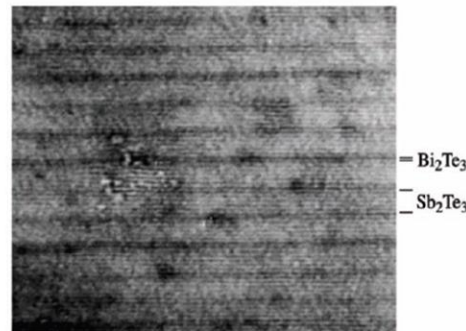


ZT~0.6 @ 300 K
nanowire
p-type, Si
[Yang/Majumdar,
Berkeley, 2008]

Epitaxial Superlattices

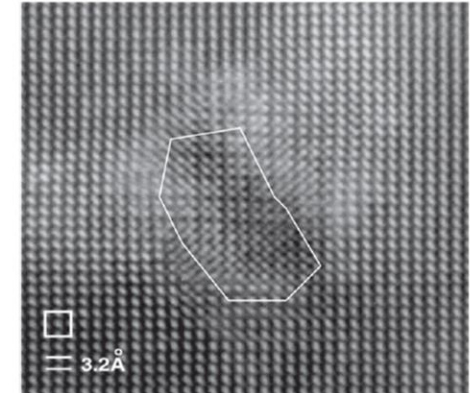


ZT~3.5 @ 575 K
quantum dot superlattice (MBE)
n-type, PbSeTe/PbTe
[Harman, MIT-LL, J. Elec.Mat. 2000]



ZT~2.4 @ 300 K
superlattice (CVD)
p-type, Bi₂Te₃/Sb₂Te₃,
[Venkatasubramanian,
RTI/Nextreme, 2001]

Nanograined Composites

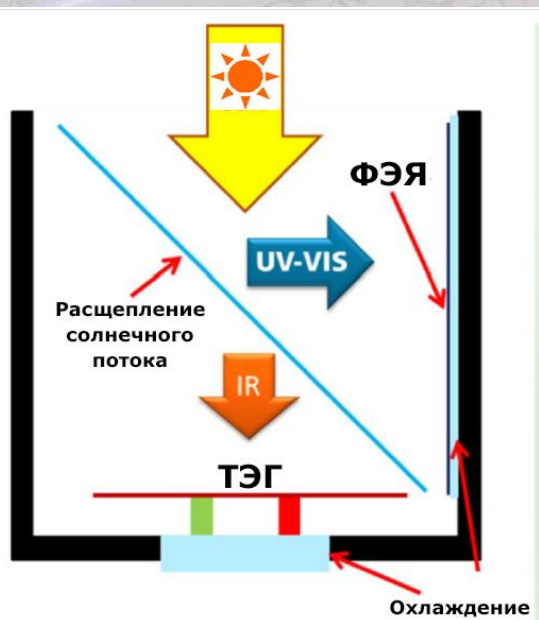


ZT~2.2 @ 800 K
bulk – ‘natural’ nanodots
n-type, AgSbTe₂-PbTe (‘LAST’)
[Kanatzidis, Northwestern, 2004]



ZT~1.4 @ 373 K
bulk – fine grain
p-type, (Bi,Sb)₂Te₃
[15 authors,
BC/MIT/GMZ, 2008]

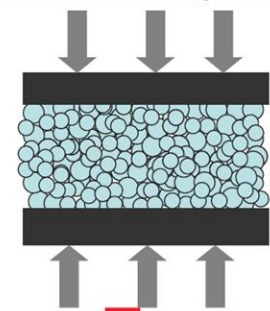
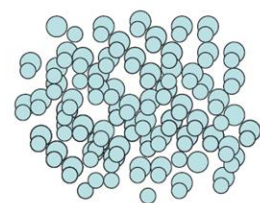
ОСНОВНЫЕ СОВРЕМЕННЫЕ ТЕРМОЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ НАНОМАТЕРИАЛЫ



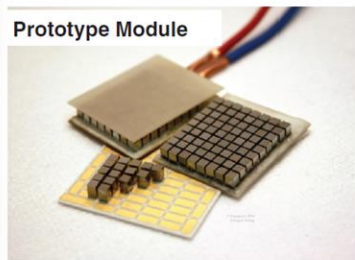
BulkMaterial

Thermoelectric Nanoparticles

Hot-Pressing



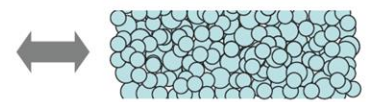
Prototype Module



Thermoelectric and Structural Characterization

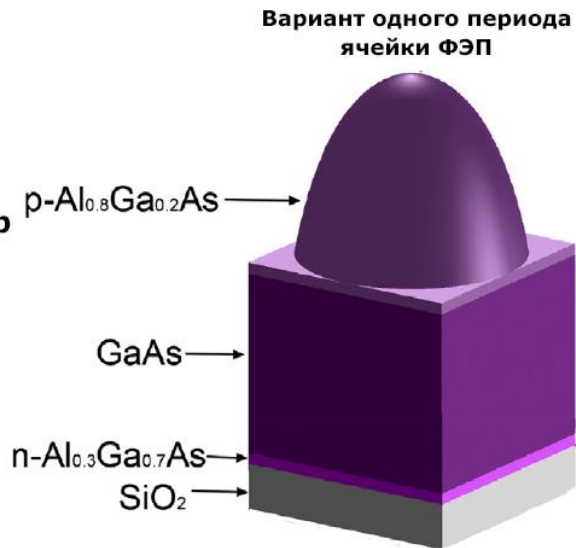
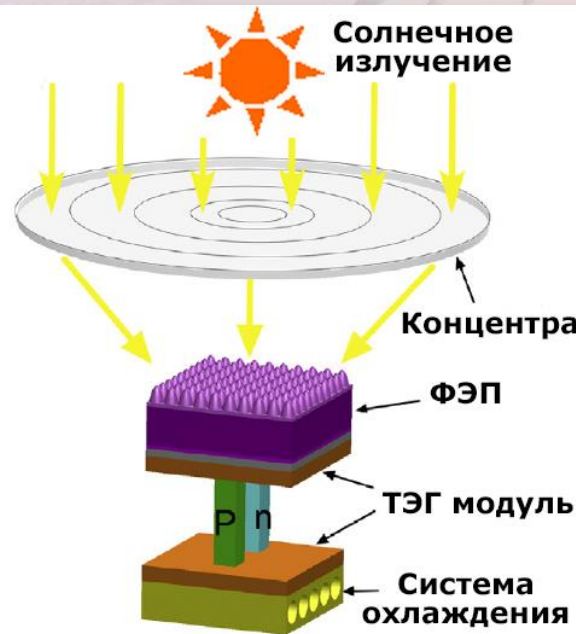


Ref. [12], BiSbTe(p-type):
ZT=1.4 at 100°C



Electrical Conductivity

Thermal Conductivity



На рисунке представлены схемы двух типов систем преобразования солнечной энергии в электрическую с применением термоэлектрических генераторов: а) сегментный СТЭГ, в) каскадный СТЭГ.

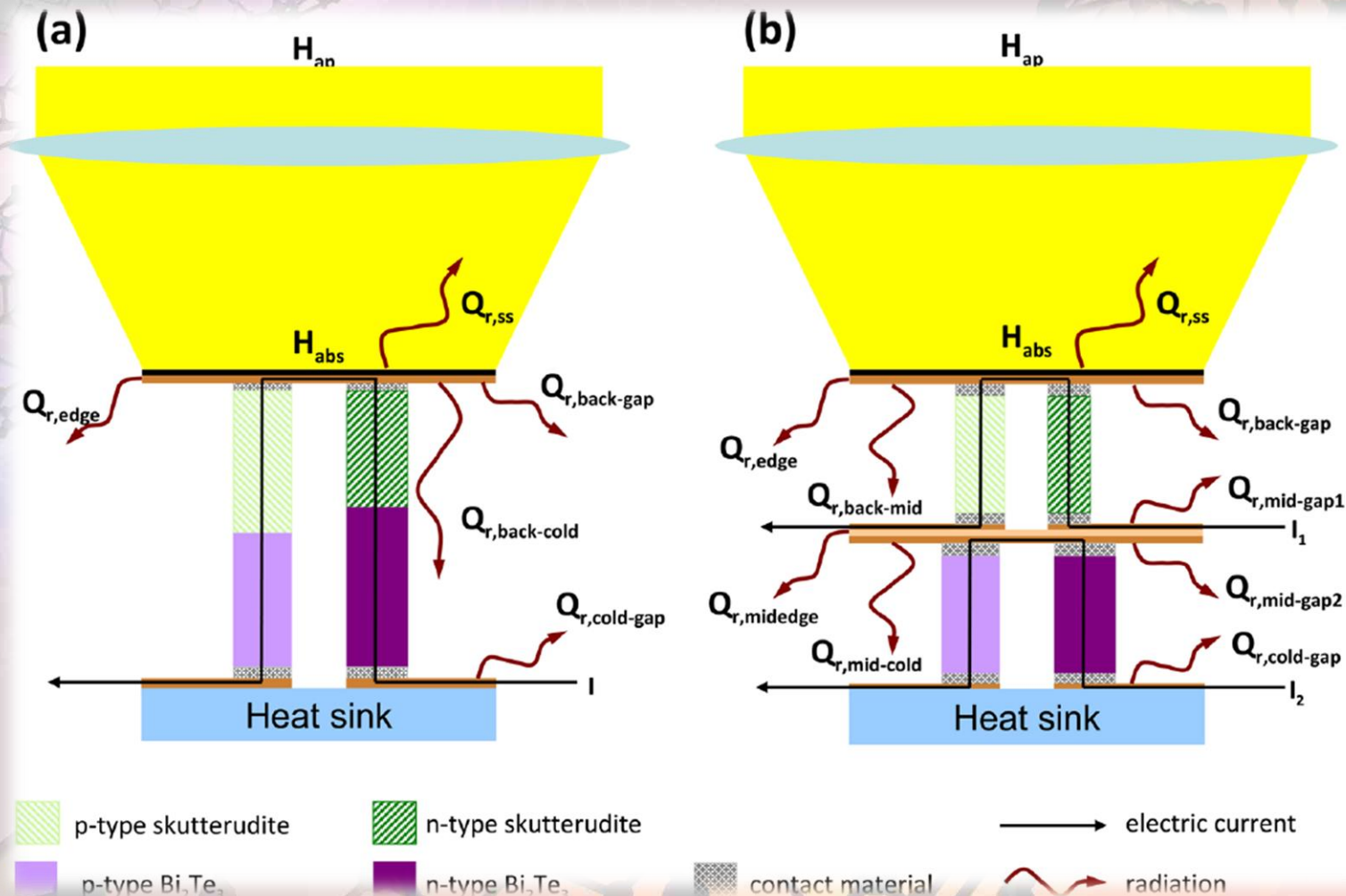
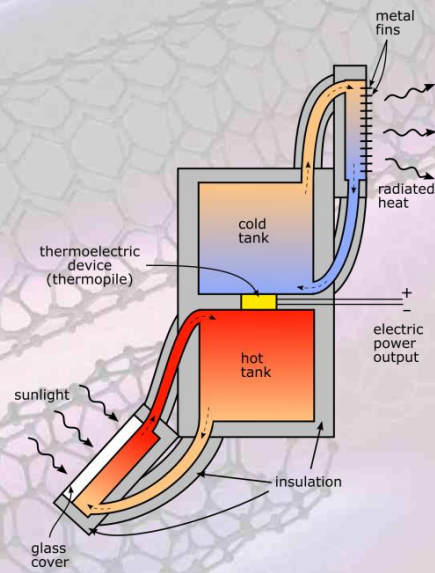


Схема двух типов систем преобразования солнечной энергии в электрическую с применением термоэлектрических генераторов: а) сегментный СТЭГ, в) каскадный СТЭГ



Солнечное излучение

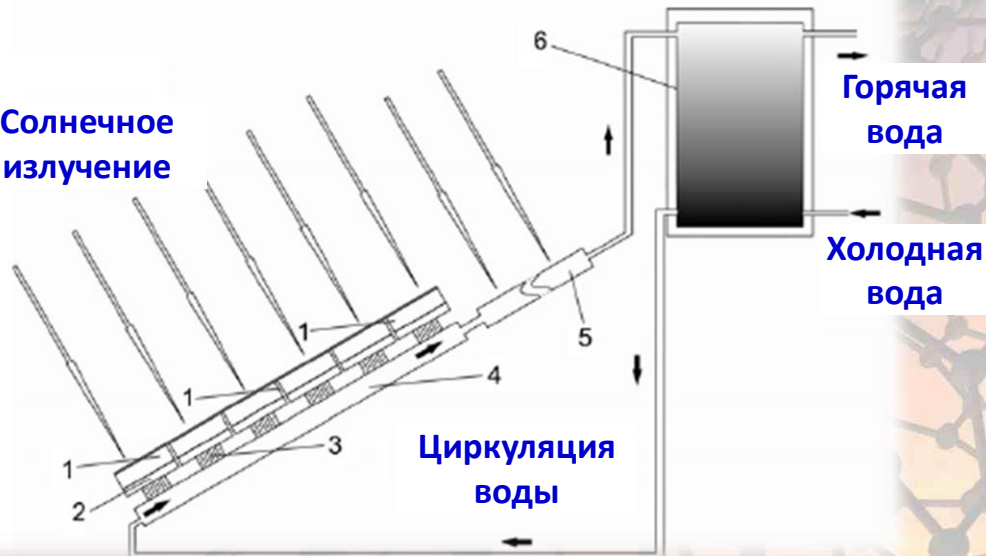


Схема гибридного термофотоэлектрического преобразования энергии с использованием термоэлектрических генераторов: 1 – солнечная панель, 2 – обратный электрод солнечной ячейки, 3 – ТЭГ, 4 – теплоотводящая панель, 5 – коллектор, 6 – тепловой бокс

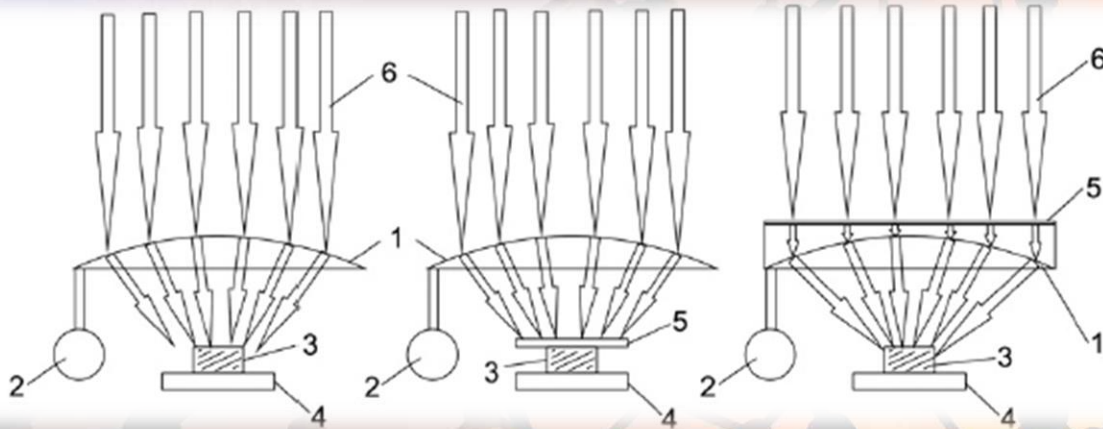
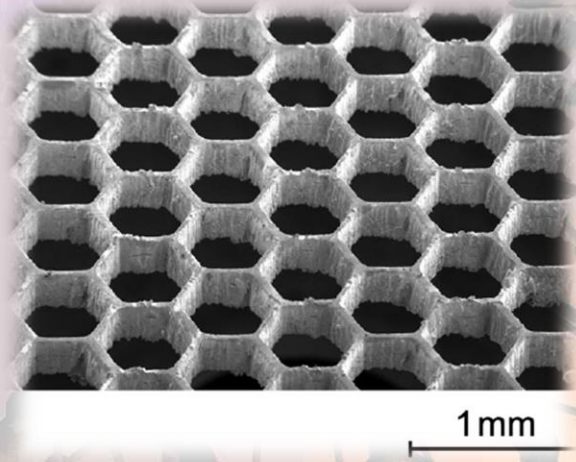
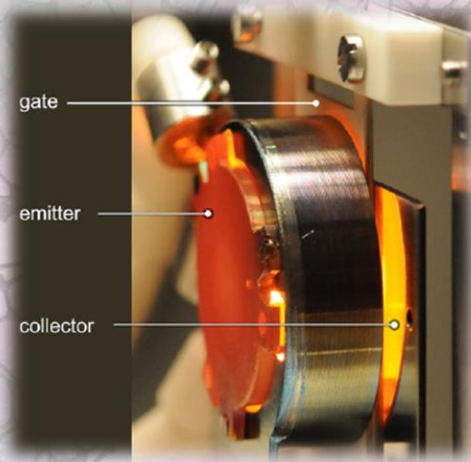


Схема гибридных систем с использованием термоэлектрических генераторов и концентраторов солнечной энергии



Реальный концентратор солнечной энергии



Реализованная технология термоионного и термоэлектрического преобразования тепловой энергии в электрическую

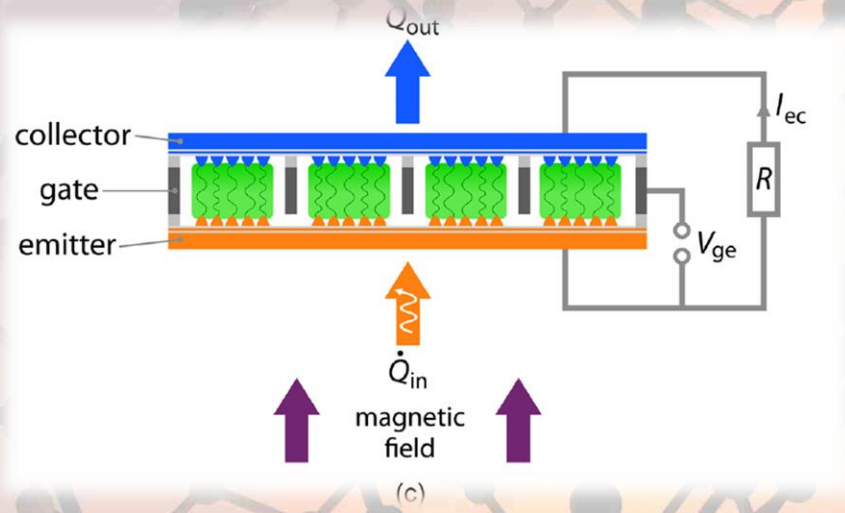


Схема гибридных систем с использованием термоэлектрических генераторов и термоионного преобразователя в магнитном поле для увеличения эффективности преобразования тепловой энергии в электрическую

Солнечные термоэлектрические генераторы (СТЭГи)

В настоящее время существует две базовых концепции использования солнечной энергии:

- солнечные фотоэлектрические (фотовольтаика);
- солнечные тепловые электростанции

В последнее время появился большой интерес к третьему типу солнечного преобразования энергии – солнечному термоэлектричеству. В этой технологии используются термоэлектрики, которые способны под действием градиента температуры вырабатывать электрический ток. Если такой материал находится между поглотителем солнечной энергии и теплоотводящим блоком, то в нем реализуется градиент температуры, который и приводит к генерации электрической энергии. Такие системы получили название солнечных термоэлектрических генераторов СТЭГ (solar thermoelectric generators (STEGs)). Последний тип энергетических установок, аналогично солнечным тепловым электростанциям, могут использовать весь солнечный спектр излучения, а не только энергию фотонов, которая больше ширины запрещенной зоны в полупроводниковых фотоэлементах.

Преимущество СТЭГов состоит в том, что они, как и традиционные фотоэлектрические генераторы могут быть созданы для любых мощностей и в любых масштабах, не требуют термомеханических генераторов (например, турбин), как в солнечных тепловых электростанциях, т.е. являются системами твердотельного типа. Поскольку в СТЭГах нет механических движущихся частей, они являются существенно более надежными, простыми к эксплуатации и стоимость их функционирования значительно ниже, чем у традиционных систем преобразования энергии.

КАКОЙ БУДЕТ ЭНЕРГЕТИКА ЧЕРЕЗ 30-50-100 ЛЕТ?

ВАРИАНТ 1 – ГИБРИДНАЯ СОЛНЕЧНАЯ ТЕРМОЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ ЭНЕРГЕТИКА С ЭФФЕКТИВНОСТЬЮ БОЛЕЕ 60% И СТОИМОСТЬЮ ВВОДИМОГО кВт – ОКОЛО 100\$ В СЕГОДНЯШНИХ ЦЕНАХ

ВАРИАНТ 2 - КАК И В П.1, ТОЛЬКО КОСМИЧЕСКОГО БАЗИРОВАНИЯ, М.Б. ТЭЯ КОСМИЧЕСКОГО БАЗИРОВАНИЯ

ВАРИАНТ 3 – 30% ВСЕЙ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ БУДЕТ ДОБЫВАТЬСЯ ИЗ НИЗКОПОТЕНЦИАЛЬНОГО ТЕПЛА, 40% - ОТ СОЛНЦА, 20% - ДРУГИЕ АЛЬТЕРНАТИВНЫЕ ИСТОЧНИКИ, ВКЛЮЧАЯ «ВЫМЕТАНИЕ» ДАРМОВОЙ ЭНЕРГИИ, РАССЕЯННОЙ ВОКРУГ НАС (HARVESTING)

ВАРИАНТ N – ПОМЕЧАЙТЕ САМИ!!!

ОДНАКО, ПРОГНОЗЫ, ПРОГНОЗЫ...

«Все, что можно изобрести, уже изобретено» (Charles Duell, Head of US Patent Office, 1899)

«Мода на радио скоро умрет» (Томас Эдиссон, изобретатель лампы накаливания, 1922)

«С точки зрения теории и техники, телевидение нереализуемо по коммерческим и финансовым причинам» (Ли де Форест, изобретатель триода, 1926)

«Рынок компьютеров не превысит пяти штук» (Томас Ватсон, глава IBM, 1943)

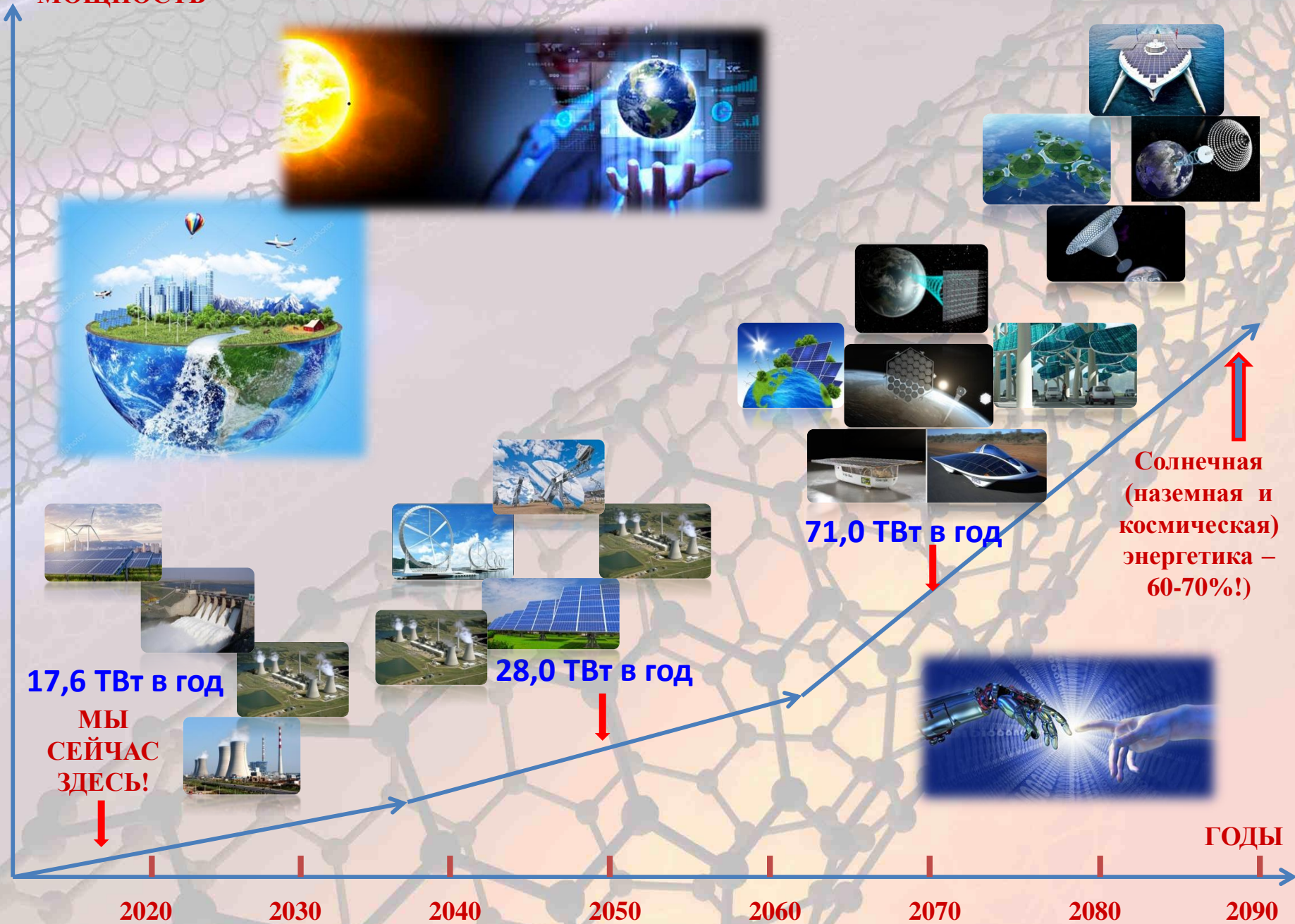
«Компьютер будущего не будет легче 1,5 тонн» (Popular Mechanics Magazine, 1949)

«Нет никакого смысла иметь кому-либо компьютер дома» (Кен Ольсен, глава DEC, 1977)

«Память размером 640К будет достаточной для кого-либо» (Билл Гейтс, Microsoft, 1981)

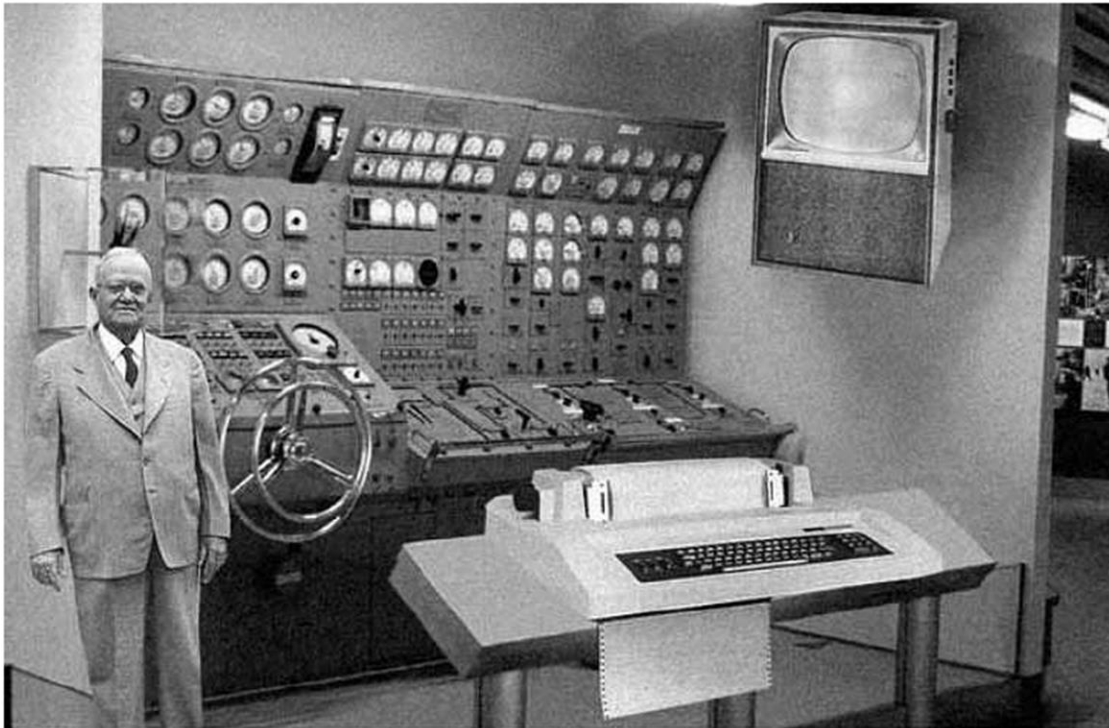
ТРЕНДЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ БУДУЩЕЙ ЭНЕРГЕТИКИ

МОЩНОСТЬ



В заключении – о некоторых предсказаниях будущего и будущих технологиях: так представлялся в 1954 году персональный компьютер

About predicting the future...



Scientists from the RAND Corporation have created this model to illustrate how a "home computer" could look like in the year 2004. However the needed technology will not be economically feasible for the average home. Also the scientists readily admit that the computer will require not yet invented technology to actually work, but 50 years from now scientific progress is expected to solve these problems. With teletype interface and the Fortran language, the computer will be easy to use.

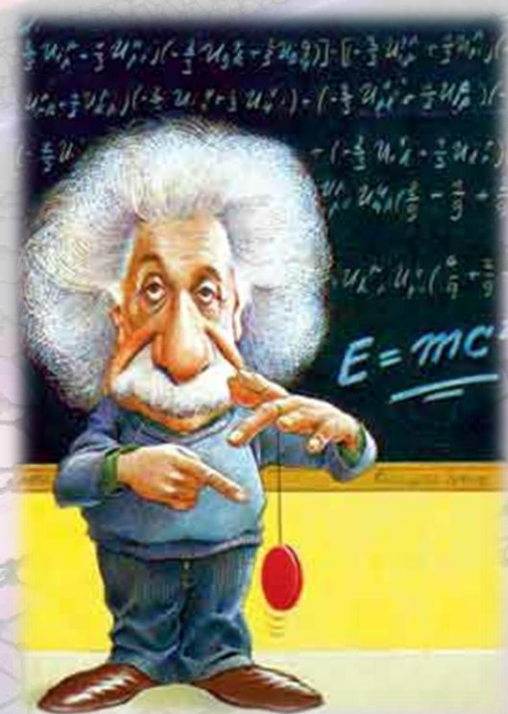
In 1954, Popular Mechanics showed its readers what a home computer might look like in 2004.

RAND (Research And Development) Corporation, non-profit, founded in 1948

«Лишь полнота,
Что к ясности ведет,
Укажет в пропасть путь,
Где истина живет...»

ОСНОВНЫЕ ЗАДАЧИ:

- проведение исследований и разработок новых термоэлектрических материалов на базе наноматериалов широкого класса систем с целью поиска наиболее эффективных и экономически обоснованных;
- разработка концепций солнечного термоэлектрического преобразования энергии как наземного, так и космического базирования с использованием современных нанотехнологий;
- разработка гибридных систем преобразования низкопотенциального тепла в электричество на основе термоэлектрического и термофотоэлектрического преобразования энергии;
- разработка и создание макетов энергетических установок для демонстрации их эффективности, областей применимости и возможностей постепенной замены неэффективных и дорогостоящих энергогенерирующих систем;
- разработка концепции использования новых схем преобразования низкопотенциального тепла не только в системах генерации электроэнергии, но и в системах вентиляции, кондиционирования, опреснения, химических технологиях, промышленном холодильном оборудовании и т.п.



«Наш мир не завершенье –

Там дальше новый круг,

Невидимый как музыка,

Вещественный как звук!»

**СПАСИБО БОЛЬШОЕ ЗА ВАШЕ
ВНИМАНИЕ!**

ВОПРОСЫ ???