



Training, Networking and Capacity
Building for Sustainable Forestry in
Povolgie

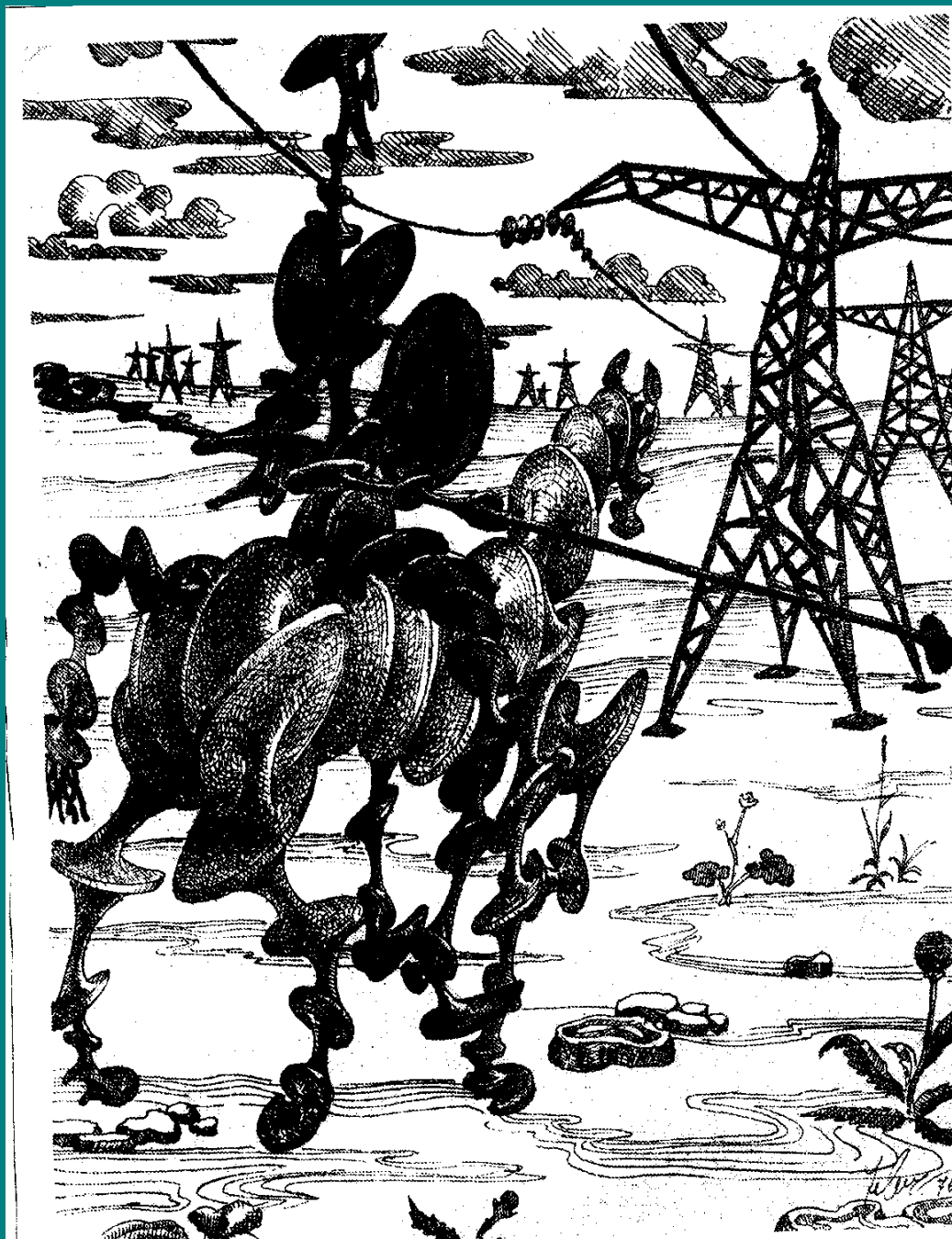


Возобновляемая энергетика для лесного хозяйства Renewable energy for forestry

ТЮХОВ И. И.
ityukhov@yahoo.com

Igor Tyukhov,
Deputy Chair holder of UNESCO Chair “Renewable energy
and rural electrification”, All Russian Research Institute
for Electrification of Agriculture (VIESH)

Единая энергетическая система протяженностью около 2,5 млн. км (что до сих пор остается мировым рекордом), способная передавать по стране до 8 ГВт электроэнергии вслед за движением Солнца.



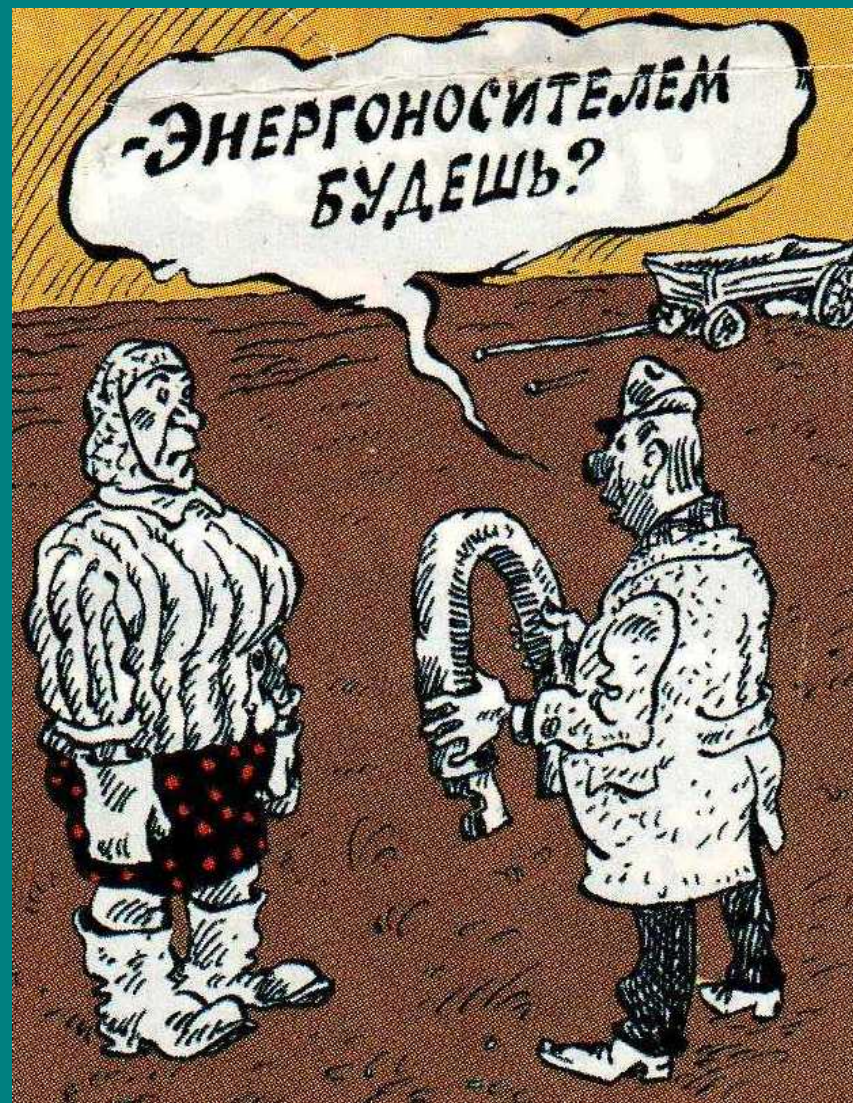
На каждого россиянина сегодня приходится в 10 раз больше энергоресурсов, чем в среднем на планете

Много лет нещадно эксплуатируя изначальные запасы прочности, энергосистема в конце концов истощала их и оказалась на грани истощения.

За последние годы в 10 раз сократился ввод новых мощностей: если в начале 1990 х гг. он составлял 6 ГВт в год, то сегодня едва достигает 0,6–1,0 ГВт.

Износ энергетического оборудования достиг критического уровня.

Более половины генерирующих электропередающих сетей выработали свой ресурс и нуждаются в замене, причем до 20% из них находятся в аварийном состоянии.

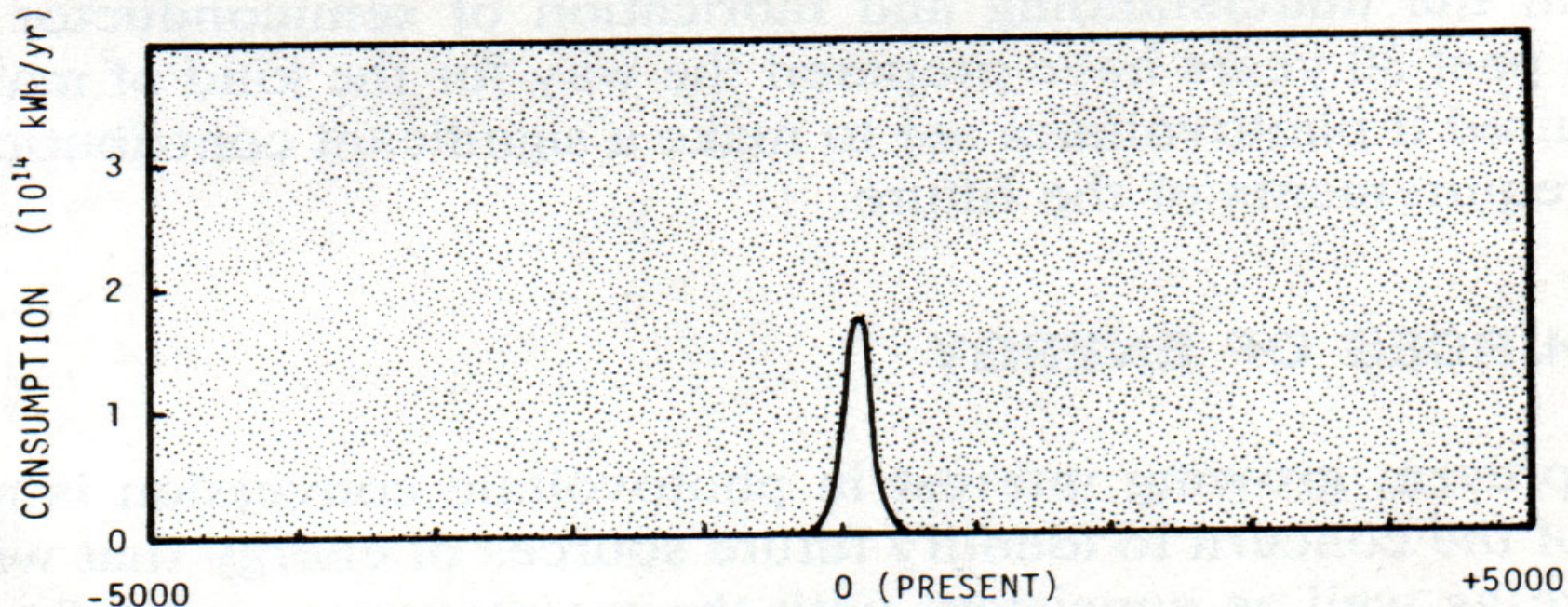


Терминология, инженерно-техническое направление

- Зеленая энергия (экологически чистая), экологически чистая, децентрализованная, малая, неистощаемая), солнечная, децентрализованная, малая, энергия для бедных, энергия будущего.....
- Первая кафедра "Возобновляющиеся источники энергии и гидроэнергетики" (ВИЭГ) похоже была создана в Петроградском политехническом институте в 1921г. профессором А.А.Морозовым
- **СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 140202**
НЕТРАДИЦИОННЫЕ И ВОЗОБНОВЛЯЕМЫЕ ИСТОЧНИКИ ЭНЕРГИИ
НАПРАВЛЕНИЕ 140200 - "ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКА"

Почему ВИЭ?

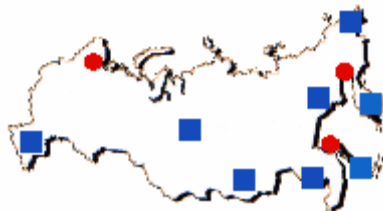
- Россия - большая страна, обладающая гигантскими и малонаселенными территориями, 70 % территории России и 30 % населения сегодня не имеют центрального энергоснабжения. В этих районах проблема решается за счет дизельных электростанций, доставка топлива на которые обходится достаточно дорого. На Таймыре 1 кВт/час стоит 6,5 рублей - это вдвое больше, чем цены на мировом рынке на электроэнергию
- Экологические проблемы и глобальные проблемы (ржавой тарой из-под топлива уже давно завалена вся тундра)
- Истощение традиционных ископаемых ресурсов



Виды возобновляемых источников энергии

- Вода, ветер, солнце, биомасса, геотермальные источники, приливы и отливы и др. все это огромный потенциал современной энергетики.
- Эти источники энергии не истощаются в отличие от угля, нефти, газа, не загрязняют и не отравляют окружающую среду.
- Именно за ними будущее не только энергетики, но и человечества.

Наши ресурсы ВИЭ (географическое распределение)



- 1. Централизованная энергосистема*
- 2. Гидроэнергетика*
- 3. Солнечная энергия*
- 4. Ветровая энергия*
- 5. Энергия биомассы*
- 6. Геотермальная энергия*

Энергия ветра

- За последние 5 лет мощность ветро-энергетических станций (ВЭС) в мире возросла в 5 раз и достигла уровня около 35,0 миллионов киловатт. Планируется, что к 2010 году мощность ВЭС составит свыше 120 тысяч МВт, с ежегодным вводом около 20 тысяч МВт. За последние 10 лет в результате принятых политических решений и значительных капитальных вложений в исследования и организацию производства в ряде стран (Дания, США, Германия, Голландия, Великобритания и др.) создана целая отрасль ветроэнергетики. Сегодня эта отрасль обеспечивает выработку электроэнергии при себестоимости 4-5 центов/кВт-ч.

Динамика роста



История ветроэнергетики в РФ

- Россия имеет давнюю историю развития ВЭ, начиная от теории ветроколеса и до конкретного внедрения ВЭ установок. В СССР массовое производство ветродвигателей ВД-5 (ТВ-5) и ВД-8 (ТВ-8) было развернуто на Херсонском заводе им. Петровского еще в 1934 г.
- В Крыму работала Балаклавская ветростанция Д-30 с трехлопастным ветроколесом мощностью около 100 кВт, которая при скорости ветра 8 м/с развивала мощность 75 кВт. В конце 50-60 годов в СССР выпускалось значительное количество ветроэнергетических установок различного назначения - среди них были как водоподъемные устройства, столь необходимые для с/х, так и электрогенерирующие установки. Бурное развитие единой энергосистемы и электрификация с/х вытеснили ВЭ системы, которые не обеспечивали потребителей механической и электрической энергией при отсутствии ветра.

Современные примеры

В течение 1990-2003 г. . выполнены работы по созданию крупных ВЭУ и ВЭС

- 1. Спроектирована и построена Заполярная ВЭС 1,5 МВт с использованием российско-украинских ВЭУ единичной мощностью 250 КВт
- 2. На площадке п. Куликово Калинингр. обл. введен в эксплуатацию ветропарк 5,1 МВт, где установлено 21 ВЭУ датского производства
- 3. В 1995 г. на о. Беринга АО "Камчатскэнерго" смонтированы 2 ВЭУ мощностью по 250 КВт фирмы "Micon" (Дания)
- 4. В 2001 г. в Башкирии запущены в эксплуатацию 4 ветроэлектрических агрегата немецкого производства мощностью 550 кВт каждый
- 5. В 2002 году на Чукотке пущена в эксплуатацию ВЭС 2,5 МВт с использованием российско-украинских ВЭУ

Ветроэнергетическая установка УВЭ-500М/24-2.2



500 Вт

3-25 м/с

Ак. Бат 190 А ч

Инвертор
24/220В 50Гц

-40 - +40 С

$D = 2,2 \text{ м}$

$H = 5,7 \text{ м}$

7 лет

32 т. р.



Ветроэлектростанция
«Виндротор — 300»
Предназначена для
преобразования
кинетической энергии
ветра в электрическую.
Установленная мощность
генератора 0,3 кВт,
Номинальная скорость
ветра 4-5 м/с, Номина-
льная скорость враще-
ния вала 300-500 об/мин.
Высота 1400 мм,
Наружный диаметр 450
мм, Масса 22,5 кг

Демонстрация
ветрогенератора
конструкции
С. А. Болотова
500 Вт, 3-10 м/с,

на ВВЦ,

осень 2006 г.

ВИЭСХ



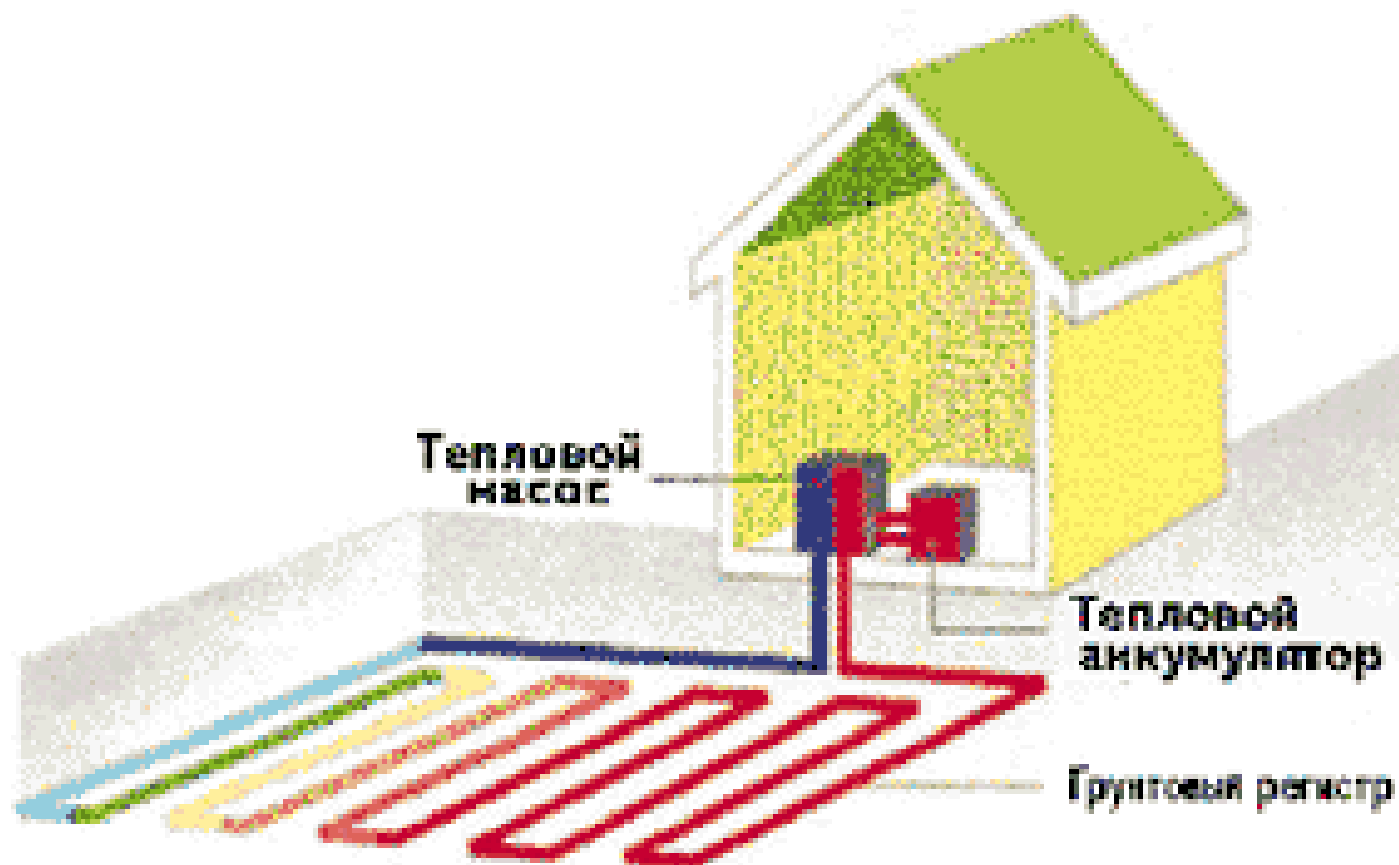
ИК обогреватель локальный (энергоэф. техн.)



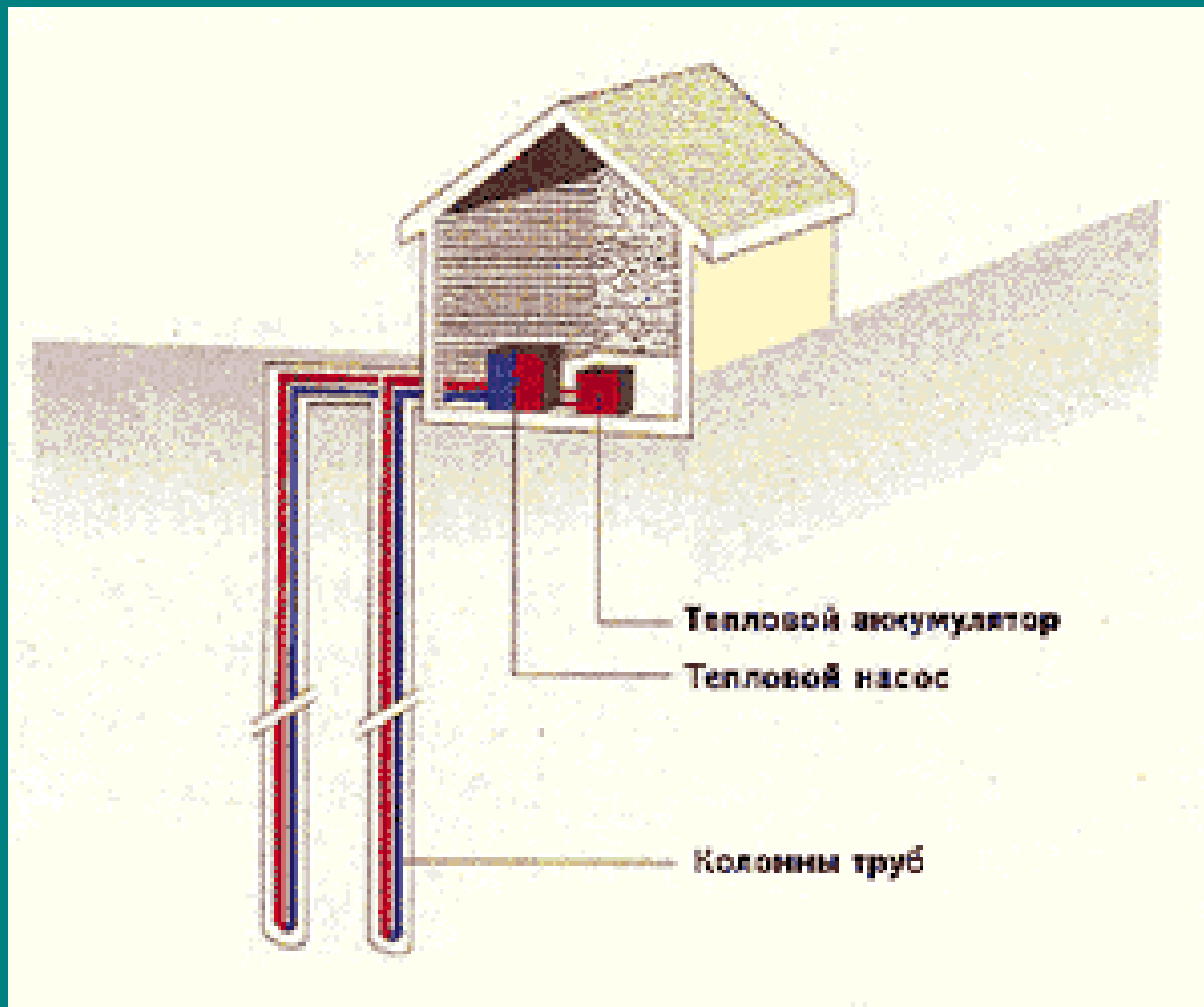
Геотермальные технологии

- Приповерхностные (малоглубинные) технологии использования низкотемпературной ГЭ малых глубин можно рассматривать как реальную революцию в системе теплообеспечения.
- Меньше, чем за 10 лет в США была разработана многовариантная технология и построены сотни тысяч действующих систем теплоснабжения. Ежегодно вводится в строй не менее 50-80 тысяч новых систем. Успешно внедряется эта технология в Швеции, Швейцарии, Канаде, Австрии, Германии, США. К концу 2000 года в мире действовало около 500 тысяч таких систем, со средней мощностью 10 кВт и общей мощностью не менее 2,2 ГВт (т).
- Геотермальные системы используются для обогрева и охлаждения различных типов жилых домов (от очень дешевых до роскошных индивидуальных или многоквартирных), бензозаправок, супермаркетов, церквей, образовательных учреждений и т. п.
- Суть рассматриваемых технологий заключается в создании подземного теплообменника, расположенного на малой глубине с замкнутым или открытым контуром, присоединенного к тепловому насосу, расположенному внутри отапливаемого помещения (рис. 6). При этом используются температуры пород в интервале 5-14 °С.

Приповерхностная геотермальная система с теплообменом (в горизонтальных каналах)



Приповерхностная геотермальная система с теплообменом (в скважинах)



Пример использования тепловых насосов (Москва)

- В микрорайоне Никулино-2 впервые была построена теплонасосная система горячего водоснабжения многоэтажного жилого дома. Проект был реализован в 1998-2002 годах МО, «Инсолар-Инвест».
- В качестве низкопотенциального источника тепла для испарителей ТН здесь используется тепло грунта поверхностных слоев земли, а также тепло удаляемого вентиляционного воздуха. Установка для подготовки горячего водоснабжения расположена в подвале здания. Она включает в себя следующие основные элементы: парокомпрессионные теплонасосные установки (ТНУ); — баки-аккумуляторы — горячей воды; системы сбора низкопотенциальной тепловой энергии грунта и — низкопотенциального тепла удаляемого вентиляционного воздуха; - циркуляционные насосы, - контрольно-измерительную аппаратуру.
Основным теплообменным элементом системы сбора низкопотенциального тепла являются вертикальные грунтовые теплообменники коаксиального типа, расположенные снаружи по периметру здания (8 скважин от 32 до 35 м), устроенных вблизи дома. Поскольку режим работы тепловых насосов, использующих тепло земли и тепло удаляемого воздуха, постоянный, а потребление горячей воды переменное, система горячего водоснабжения оборудована баками-аккумуляторами.

Прямое преобразование солнечной энергии

- ВОЛШЕБНЫЙ КОТЕЛОК

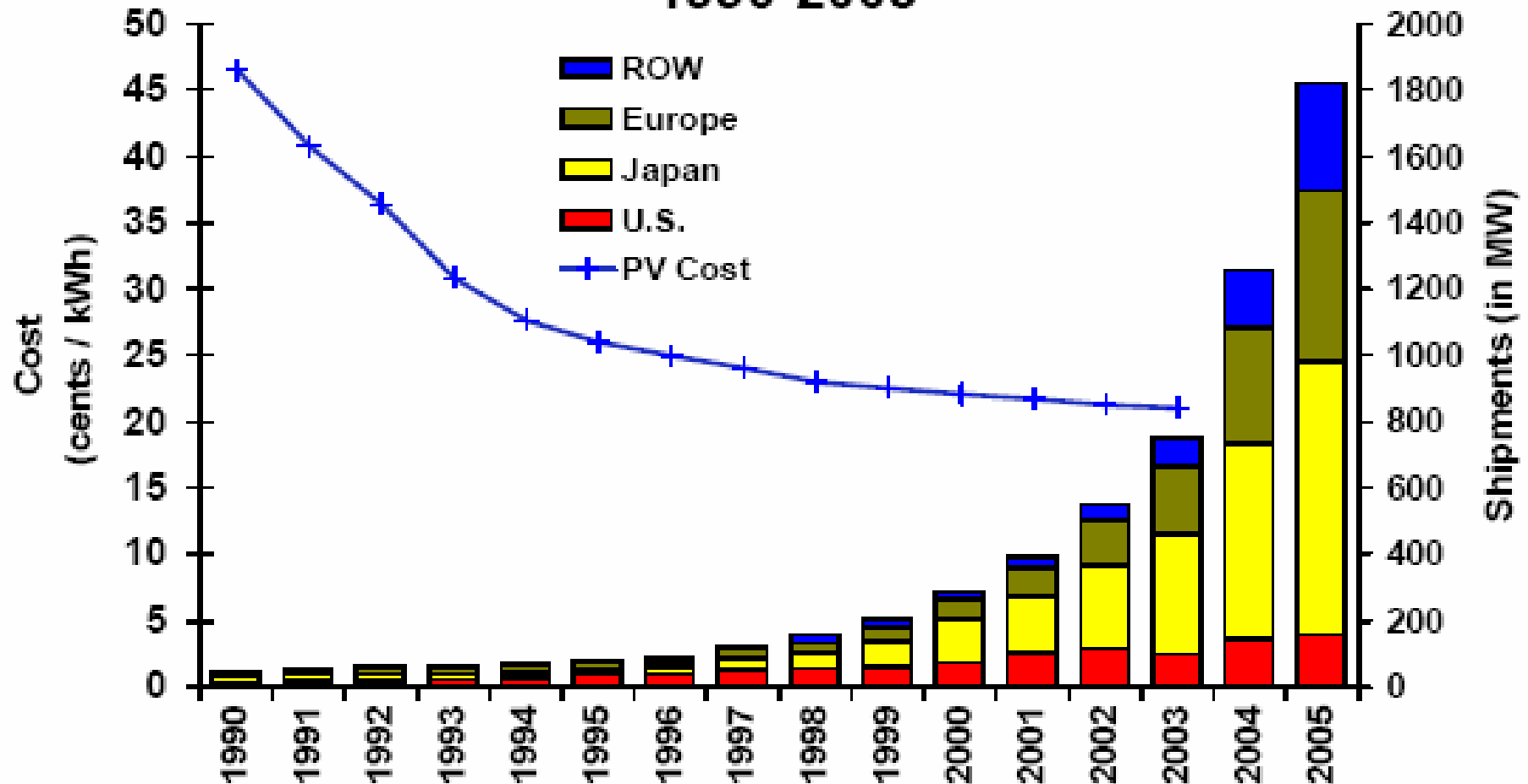
-

Оригинальный термоэлектрический генератор предлагает подмосковная фирма "Позит".

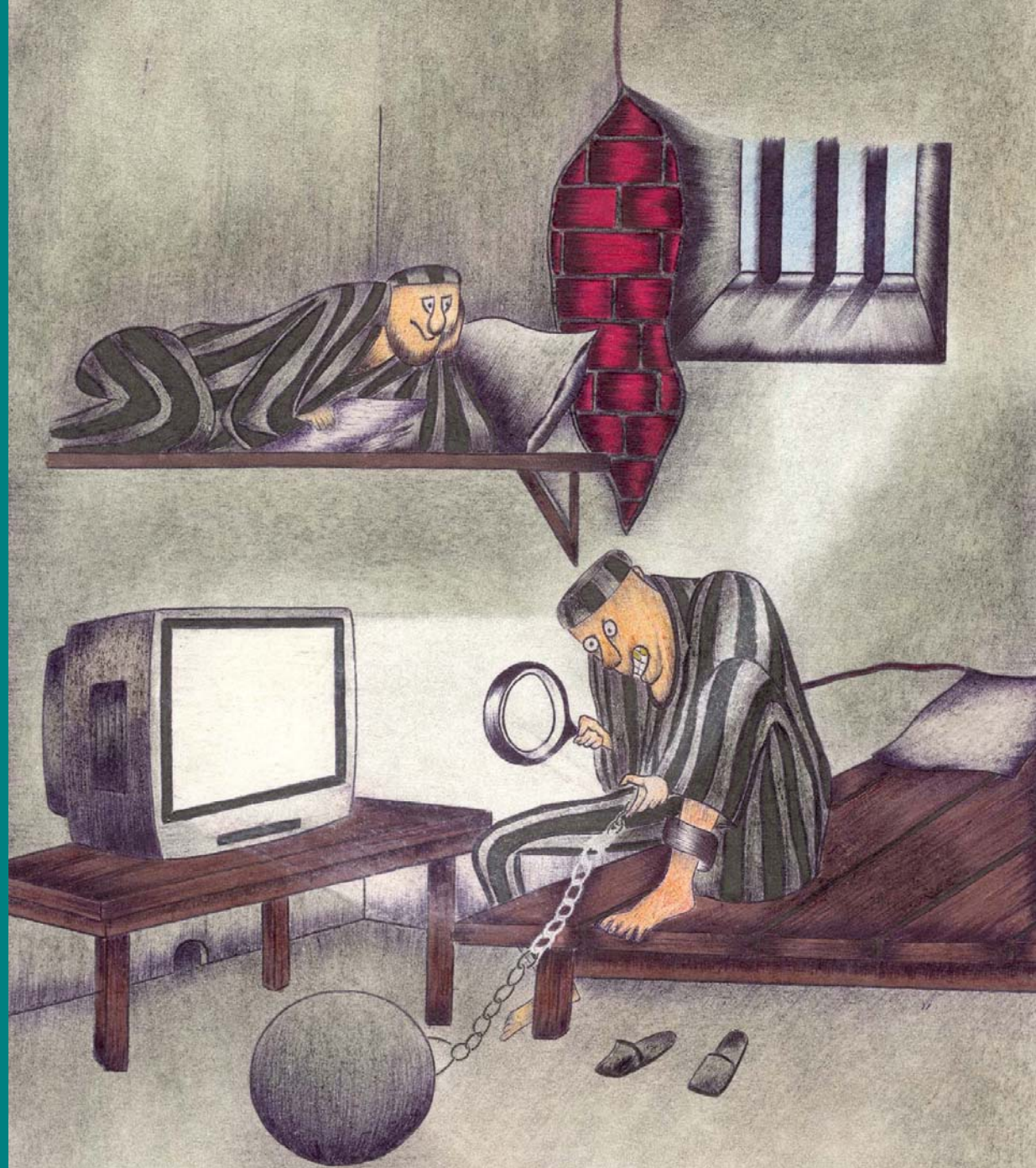
- От кастрюли, подвешенной над костром, тянутся два провода, к которым можно подключить маломощное устройство с напряжением питания 12 В. Поставить изготовителю памятник при жизни мешают только небольшая мощность - около 15 Вт и высокая стоимость - почти 200 долларов. Хотя спросом продукция пользуется: ежемесячно **Правдинский опытный завод источников тока** делает около сотни таких генераторов.

Рост производства, снижение стоимости ФЭС

PV Cost to Consumers and Manufacturing Shipments,
1990-2005



Как
преступники
используют
концентра-
торные
технологии





Пустыня Мохаве (США) 100МВт!

Возникновение новой
промышленности

Годовой рост производства
ФЭМ 20-30%

Комбинированная система для
производства электричества и тепла

Терминология

Ключевые слова:

Фокон, фоклин

Неизображающая оптика

CPC - compound parabolic concentrators (2D , 3D)

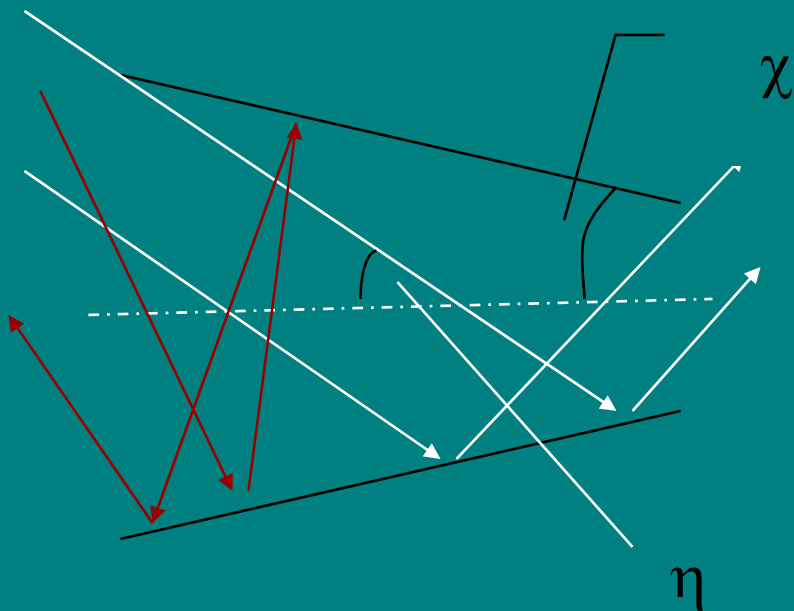
"*anidolic*" ("*an*"=без, *eidolon*"=image древ. греч.)

Двухсторонние СЭ

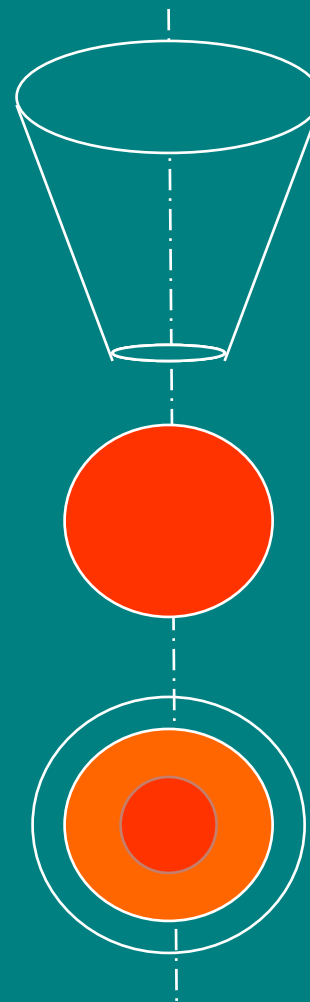
История

1. Баранов (1965) получил несколько АС (№167327 “Фокон”, #200530) и опубликовал статьи о параболических фоконках для концентрации солнечной энергии (Гелиотехника, 1966), Баранов и Мельников описали характеристики полых фоконов (1966)
2. Winston и Hinterberger (USA) описали устройство для сбора света в световодных трубах Черенкова (efficient light coupler , 1966 ...)
3. Ploke (Germany) (1967) описал симметричный CPC имеющий преломляющую среду, Ploke (1969) получил немецкий патент для фотометрических применений аксиально симметричный CPC.

Фокон (простейшая форма неизображающих концентраторов)



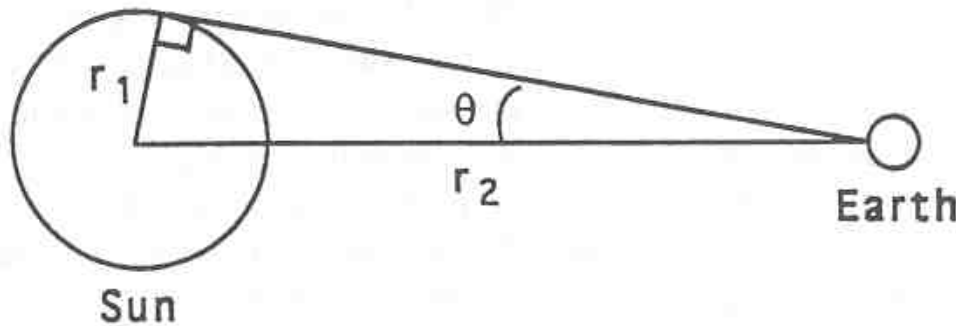
$2\chi = \pi/2 - \eta$
конический
фокон



Термодинамический предел для солнечного концентратора

$1/\sin^2\theta$ Law of Maximum Concentration

Earth:Sun Example



$I_2 = (r_1/r_2)^2 I_1$ Inverse Square Fall-off of Flux (Gauss's Law)

$$\sin(\theta) = r_1/r_2 \longrightarrow I_1/I_2 = 1/\sin^2\theta$$

$C I_2 \leq I_1$ (2nd Law of Thermodynamics)

Maximum Concentration $C = 1/\sin^2\theta = 46,000$

Поток излучения
на поверхности
Солнца ~ 6.3
кВт/см²,

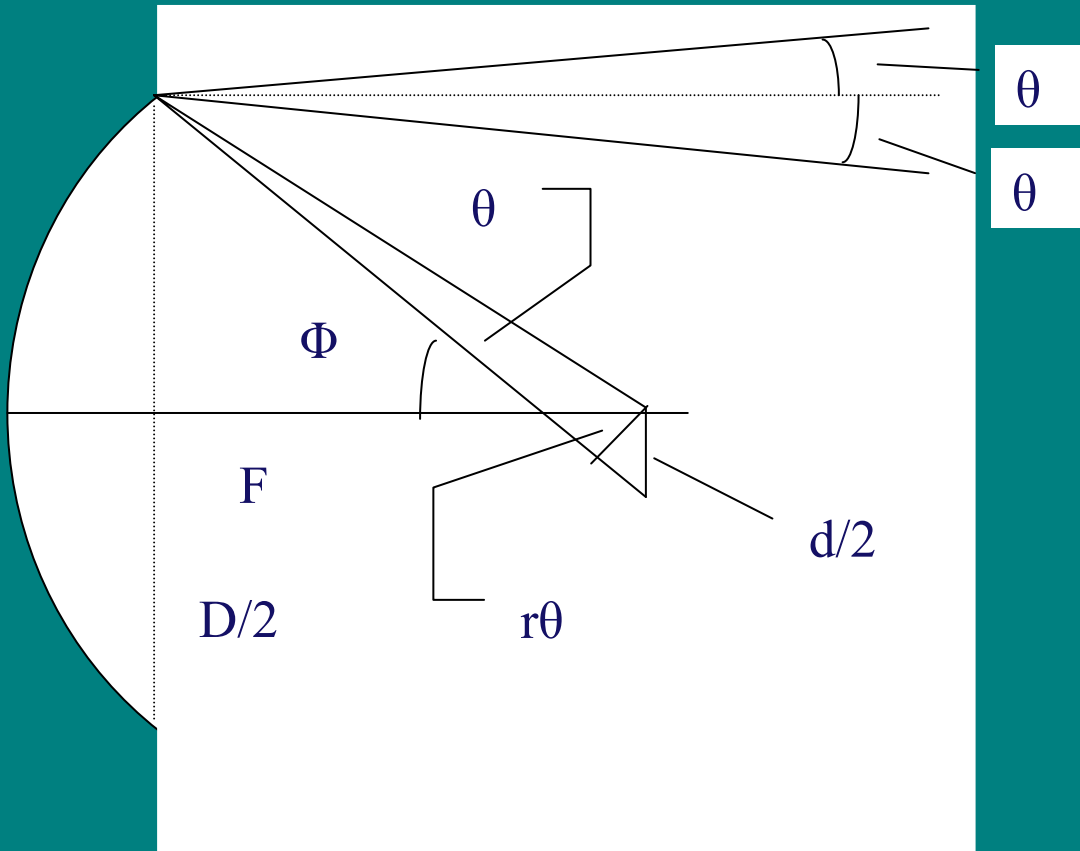
На орбите Земли
 ~ 137 мВт/см²,

На поверхности
Земли

80- 100 мВт/см²,

[Winston, 1990,
Sunlight brighter
than the Sun]

Можно ли создать идеально концентрирующий изображающий концентратор?



$$D = 2 r \sin\theta$$

$$d = 2 r \sin\theta / \cos\Phi$$

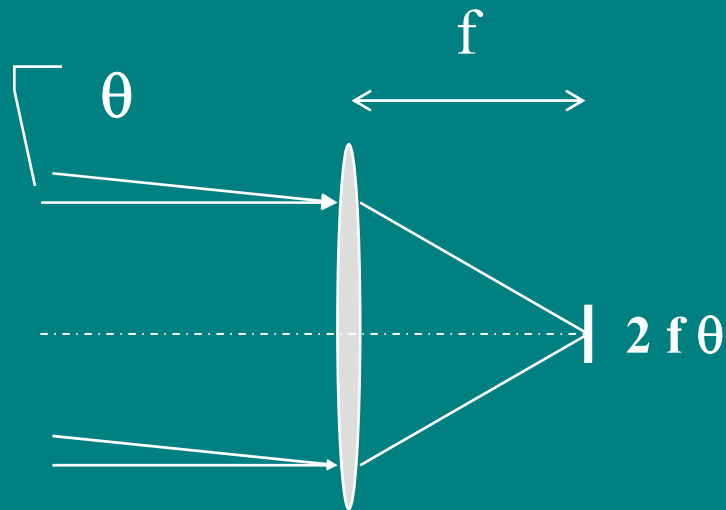
$$\begin{aligned} D/d &= \sin\Phi \cos\Phi / \sin\theta \\ &= \sin 2\Phi / 2 \sin\theta \end{aligned}$$

$$C = (D/d)^2 = (1/4)$$

$$\sin^2 2\Phi / 2 \sin^2 \theta \leq (1/4) / 2 \sin^2 \theta \leq (1/4) C_{\max}$$

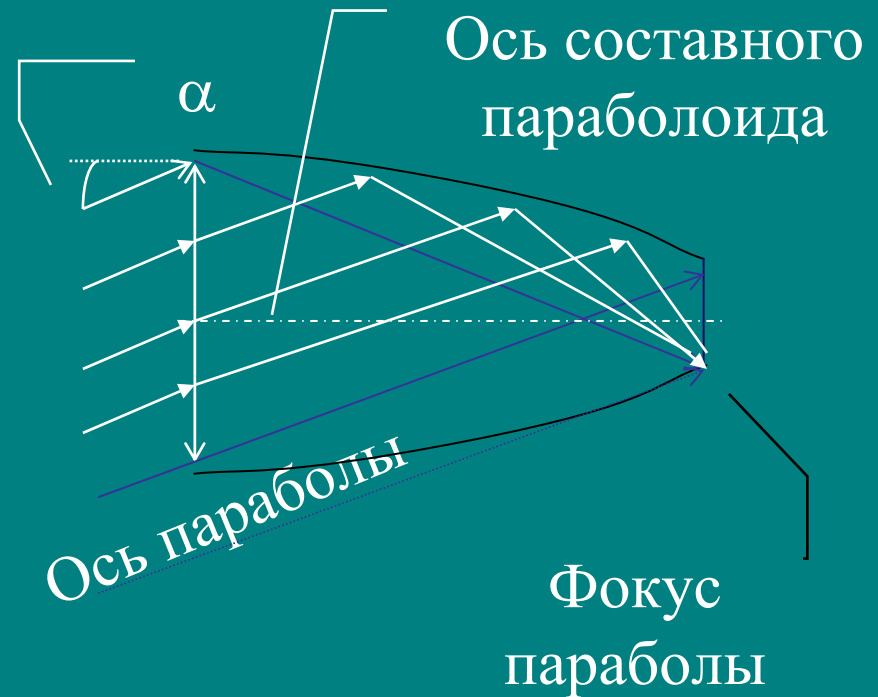
[R. Winston, 1997]

Изображающая и неизображающая оптика



$$C = a / (f \theta)$$

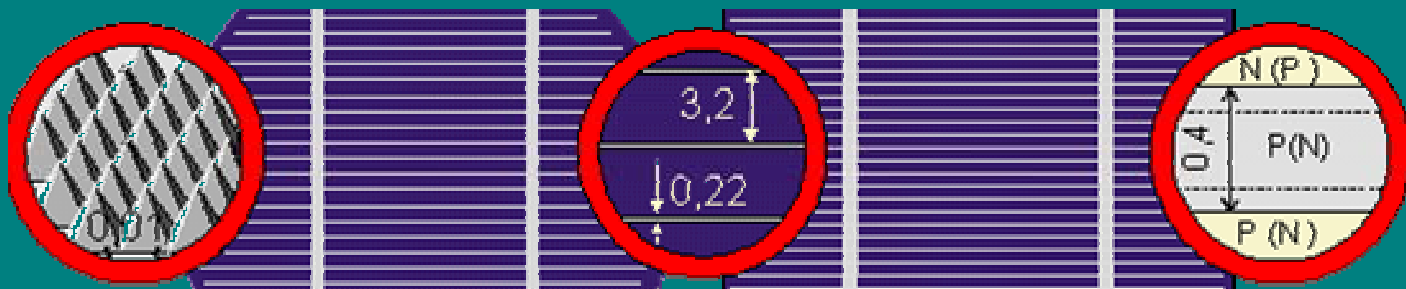
Линза



Параболоторический фокус,
Баранов В. К., 1965

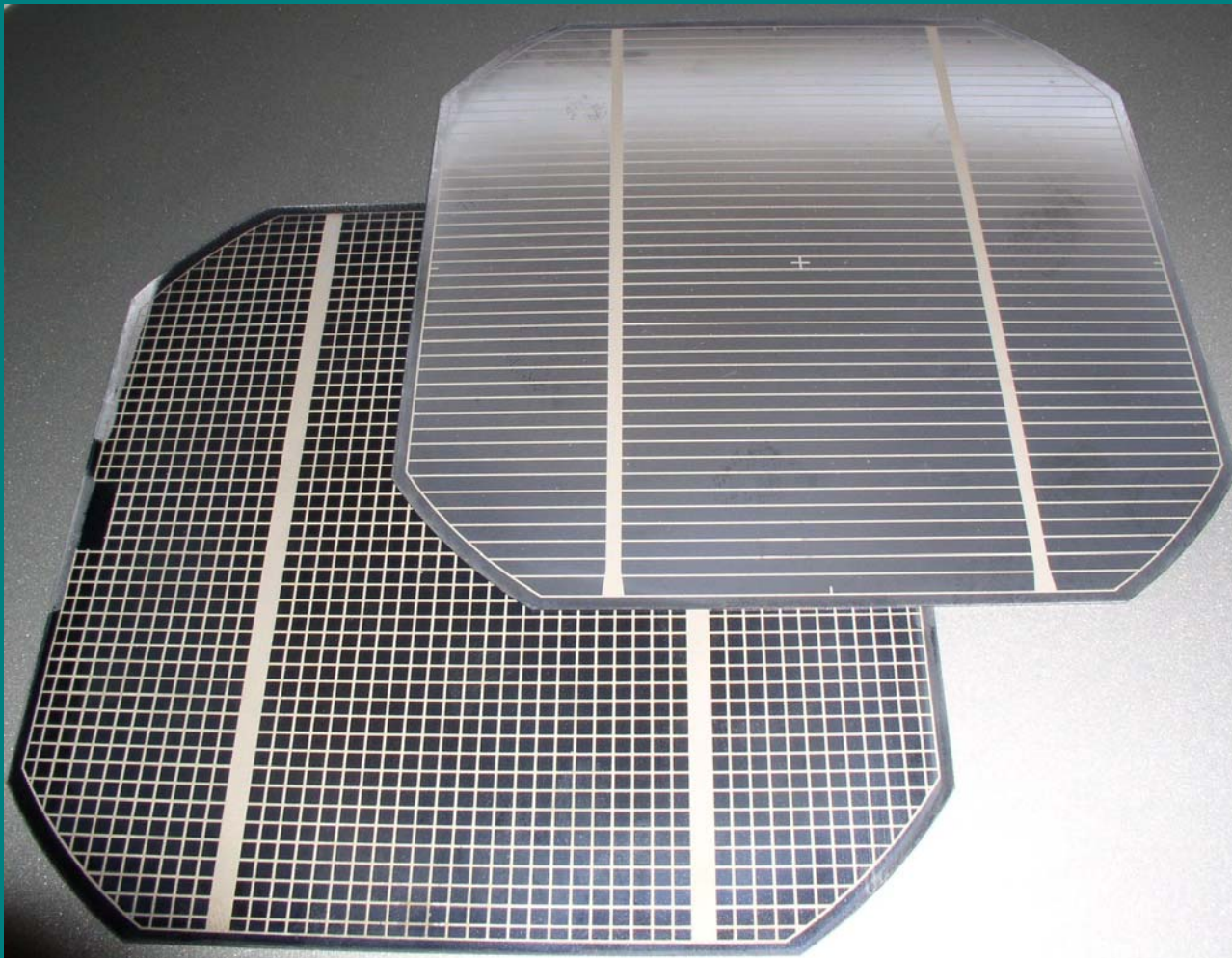
Двухсторонние СЭ

- Использование структур с изотипным переходам.
- Сохранение диффузионной длины неосновных носителей заряда во время диффузии.
- Пассивация n^+ -поверхности с той же пленкой SiO_2 , что и при диффузионном процессе.
- Использование прозрачного тыльного контакта.



СЭ делаются из кремния с р-п переходами. КПД СЭ составляет 13 - 17%, отношение тока КЗ при освещении с тыльной стороны и лицевой стороны составляет 50 - 90%.

Двухсторонний СЭ



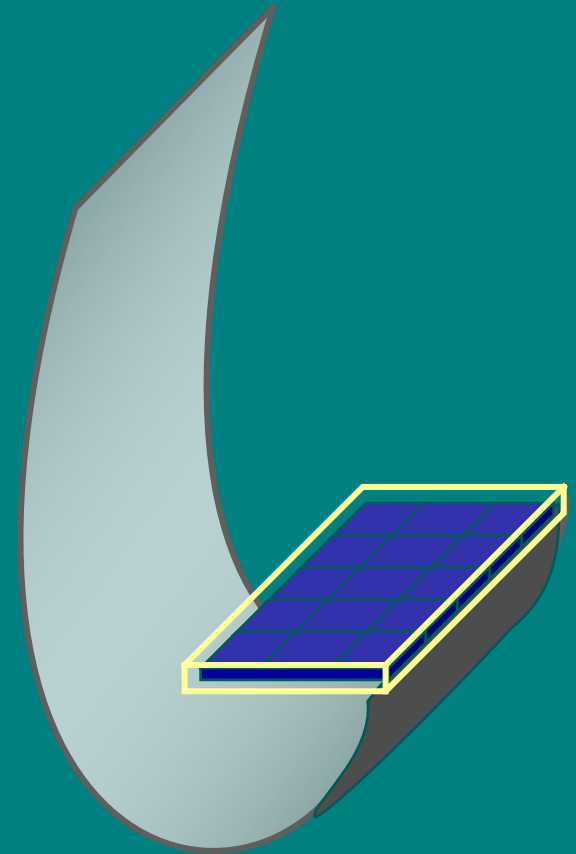
Новые концентраторные технологии ВИЭСХ

Руководитель работ академик РАСХН Стребков Д. С.

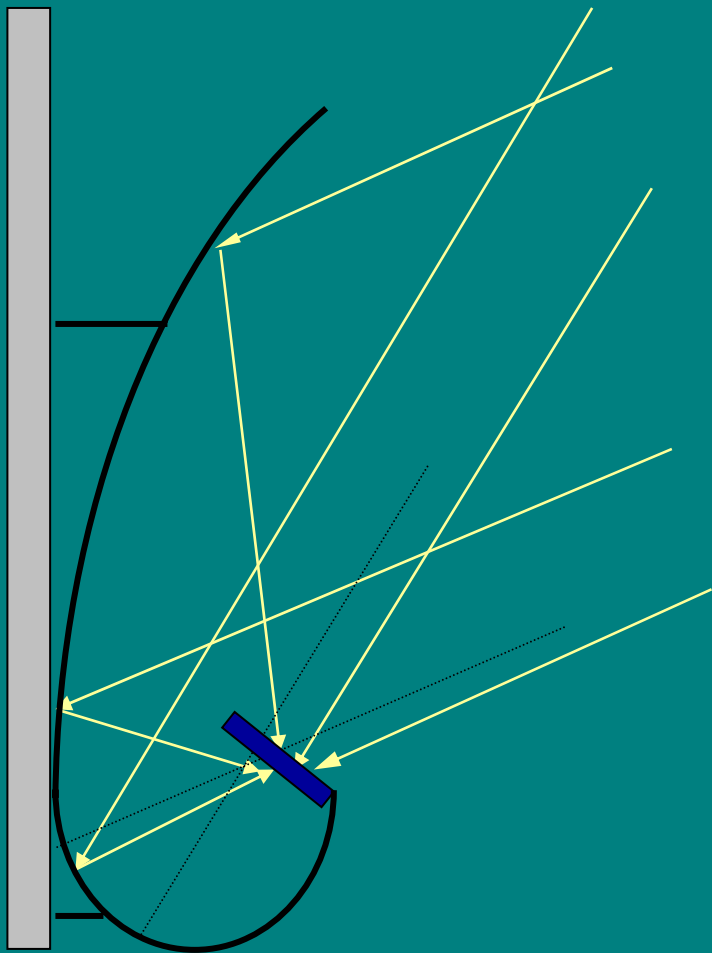
- *Применение двухсторонних СЭ*
- *Использование неизображающей оптики для концентраторов без слежения*
- *Новые технологии модулей без использования пластиков со сроком службы до 50 лет*

Основные идеи

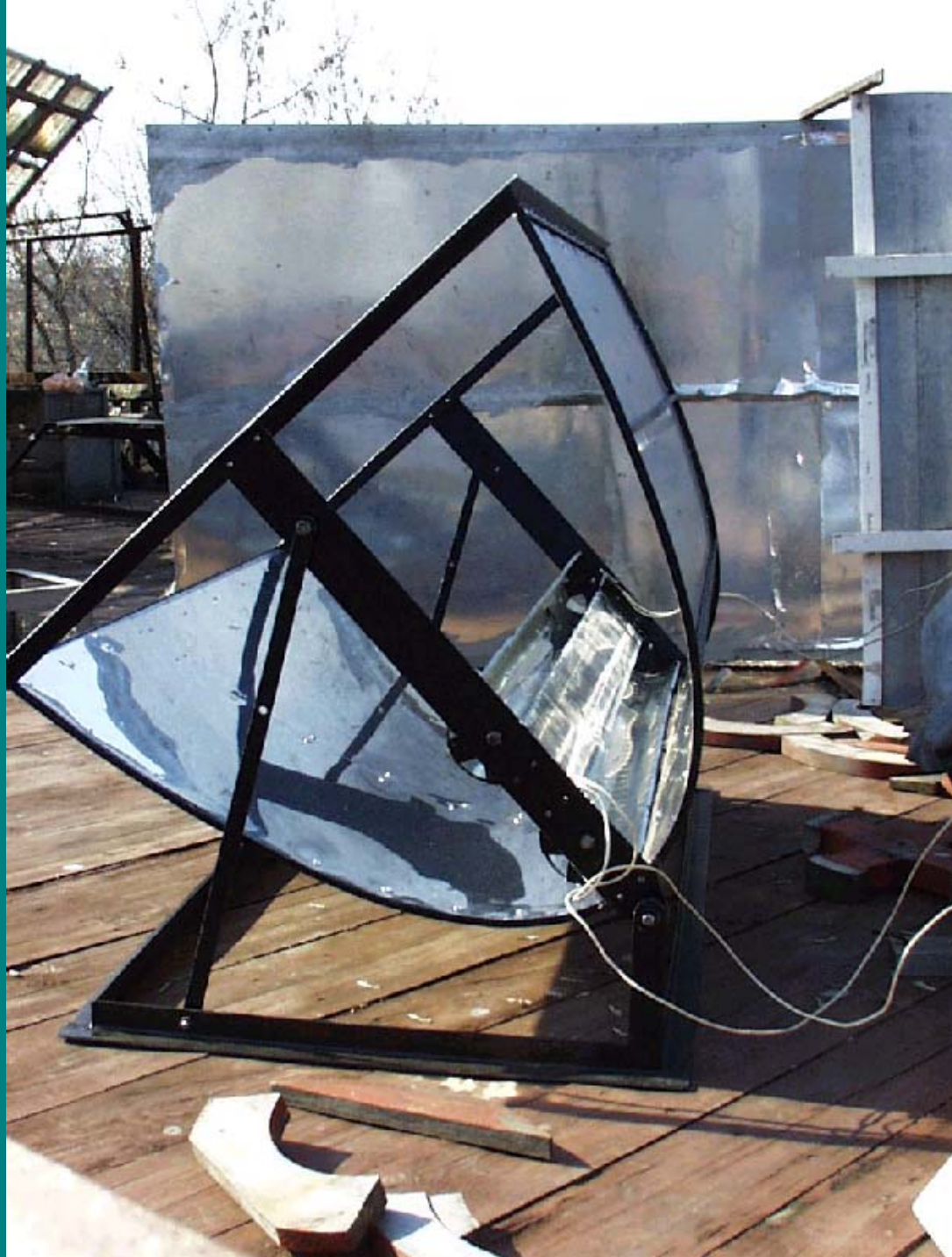
- двухсторонние СЭ
- в беспластиковых модулях
- неизображающая оптика для концентраторов без слежения
- ассиметричные (симметричные) концентрирующие зеркала

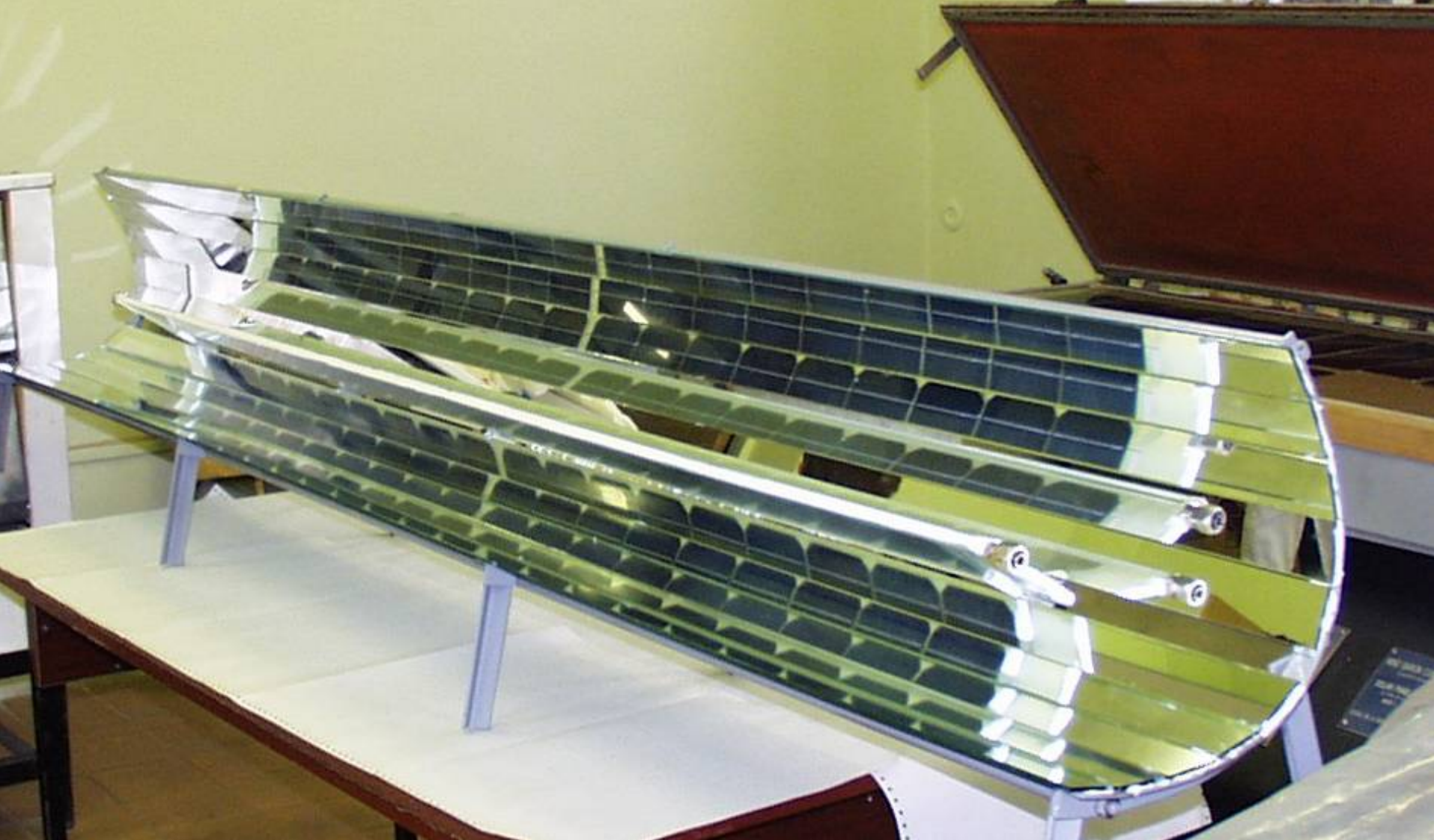


Ход лучей



**Световая
полоса на фото-
электрическом
приемнике**





**Солнечный модуль со стационарным
концентратором**

Электрическая мощность 50 Вт

Размеры: 2500 x 350 мм

ВИЭСХ

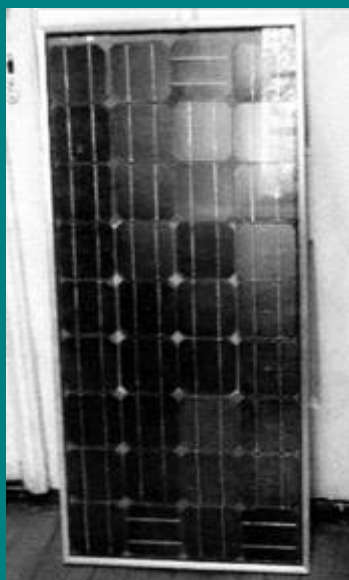
Испытание установки в Орегонском институте технологий



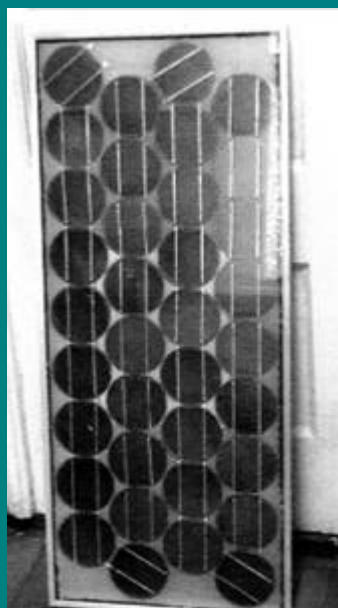
МОДУЛИ СОЛНЕЧНЫЕ ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ФСМ-30-12, ФСМ-40-12 (С КРУГЛЫМИ И ПСЕВДОКВАДРАТНЫМИ СОЛНЕЧНЫМИ ЭЛЕМЕНТАМИ)

Предназначены для прямого преобразования солнечного излучения в электроэнергию постоянного тока. Солнечные элементы герметично защищены упрочненным стеклом и специальными защитными пленками. Обрамление модуля изготовлено из алюминия, что обеспечивает прочность конструкции и простоту установки при монтаже солнечных фотоэлектрических систем.

Технические характеристики



*ФСМ с
псевдоквадратными СЭ*
ФСМ-40-12



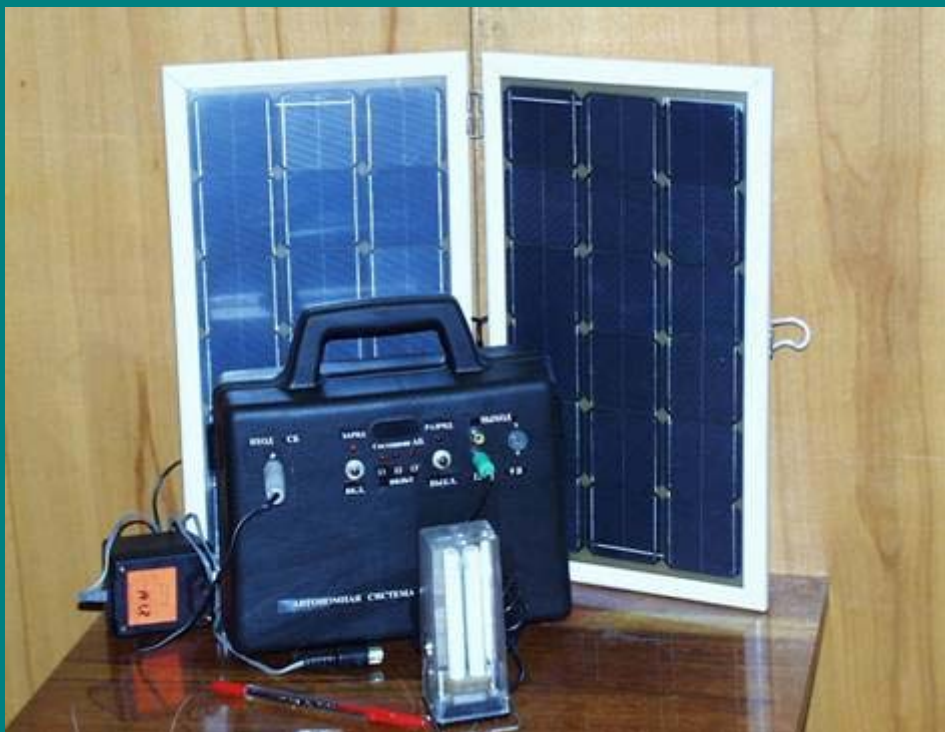
ФСМ с круглыми СЭ
ФСМ-30-12

Параметры	ФСМ с круглыми СЭ	ФСМ с псевдоквадратным и СЭ
Мощность, Вт	27 – 33	33 – 41
Напряжение, В	17,5 – 19,2	17,5 – 19,2
Ток короткого замыкания, А	2,0 – 2,2	2,2 – 2,5
Ток нагрузки, А	1,8 – 1,9	1,9 – 2,1
Блокирующий диод	КД 213 А или КД 202 Д	
Гарантийный срок, лет	1	1
Габаритные размеры, мм	960×400×28	990×460×28
Масса, кг	4,8	4,5
Срок службы, лет	10	10

ПОРТАТИВНАЯ СИСТЕМА СОЛНЕЧНОГО АВТОНОМНОГО ЭЛЕКТРОПИТАНИЯ

Предназначена для питания бытовой и специальной электроаппаратуры постоянного тока мощностью до 60 Вт. Изготавливается на основе солнечных фотоэлектрических модулей (ФСМ) (см. с. 9). В состав системы входят: солнечная батарея, герметизированная аккумуляторная батарея (АБ) с контроллером заряда – разряда и устройством сигнализации о режиме работы системы (смонтированы в отдельном блоке), сетевое зарядное устройство (адаптер) и светильник с компактной люминесцентной лампой.

Техническая характеристика



ВИЭСХ

Номинальное рабочее напряжение, В	12 и 9
Максимально отдаваемая мощность, Вт	60
Электрическая емкость аккумулятора, А/ч	7,2 – 14,4
Максимально отдаваемая энергия аккумулятором, Вт/ч	28,8–57,6
Максимально допустимая глубина разряда аккумулятора, %	30
Максимальный зарядный ток, А	0,7 – 1,4
Максимальное напряжение при зарядке, В	14,4
Минимальное допустимое напряжение на аккумуляторе, В	11,5
Мощность светильника с компактной люминесцентной лампой, Вт	7
Габаритные размеры, мм	256x258x98
Масса, кг	3,2



**Биогазовая
установка
БГУ -50**
для фермерских
и подсобных
хозяйств на 45 –
50 условных
голов.

(проф. Ковалев
А. А.)

ВИЭСХ

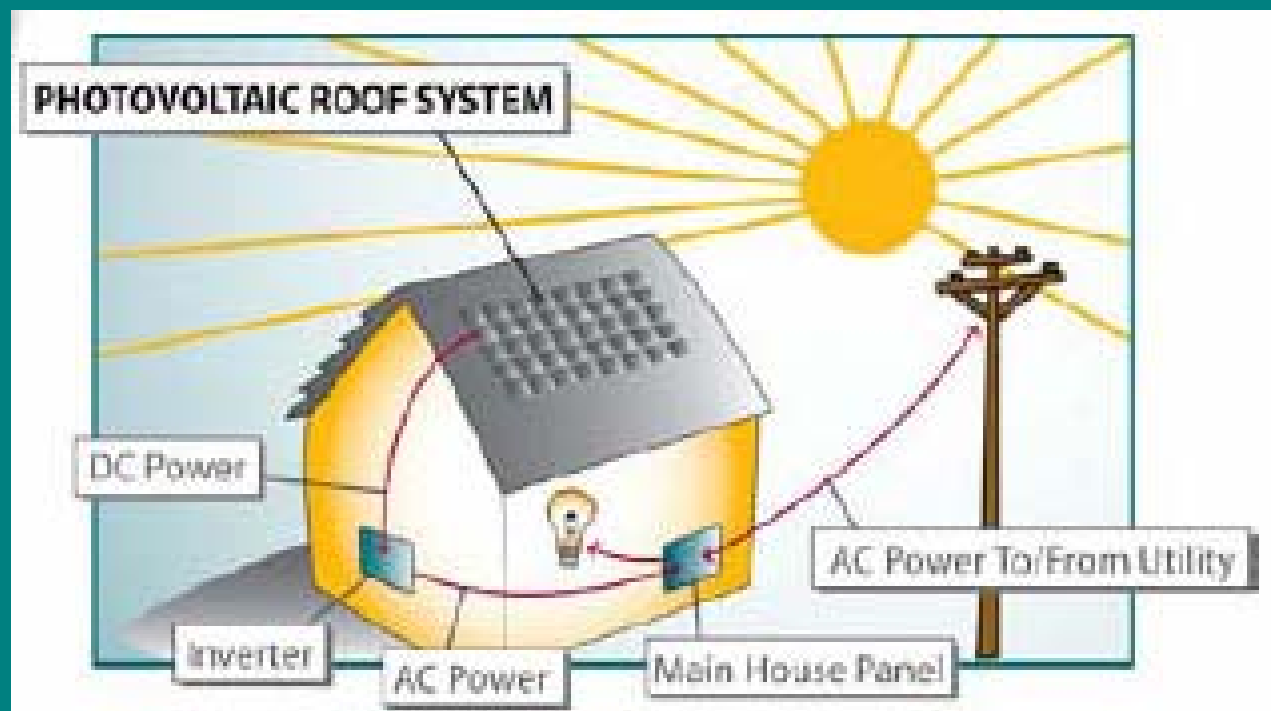
БИОГАЗОВЫЕ УСТАНОВКИ (БГУ)

БГУ обеспечивают получение биогаза в количестве 350 – 500 м³ при обработке 1 т сухого вещества отходов и снижение на 50% энергетических затрат на утилизацию отходов в качестве удобрений – на дегельминтизацию, уничтожение семян сорных растений, дезодорацию и снижение антропогенной нагрузки на окружающую среду.

Технические характеристики

Тип установки	Количество и объем реакторов, м ³	Вид перерабатываемого сырья	Производительность по исходному навозу, т/сутки	Общий выход биогаза, м ³ /сутки
БГУ-2,0	1×2,0	навоз КРС	0,1	1,5
БГУ-25	1×25	навоз свиней	1,5	20
БГУ-50	2×50	навоз свиней	3,0	40
БГУ-150	2×150	навоз КРС	25	300
БГУ-500	4×125	навоз КРС	40	400
	1×500	навоз свиней	100	450

Солнечный дом (энергоэффективный, энергонезависимый, экодом, zero- emission house)



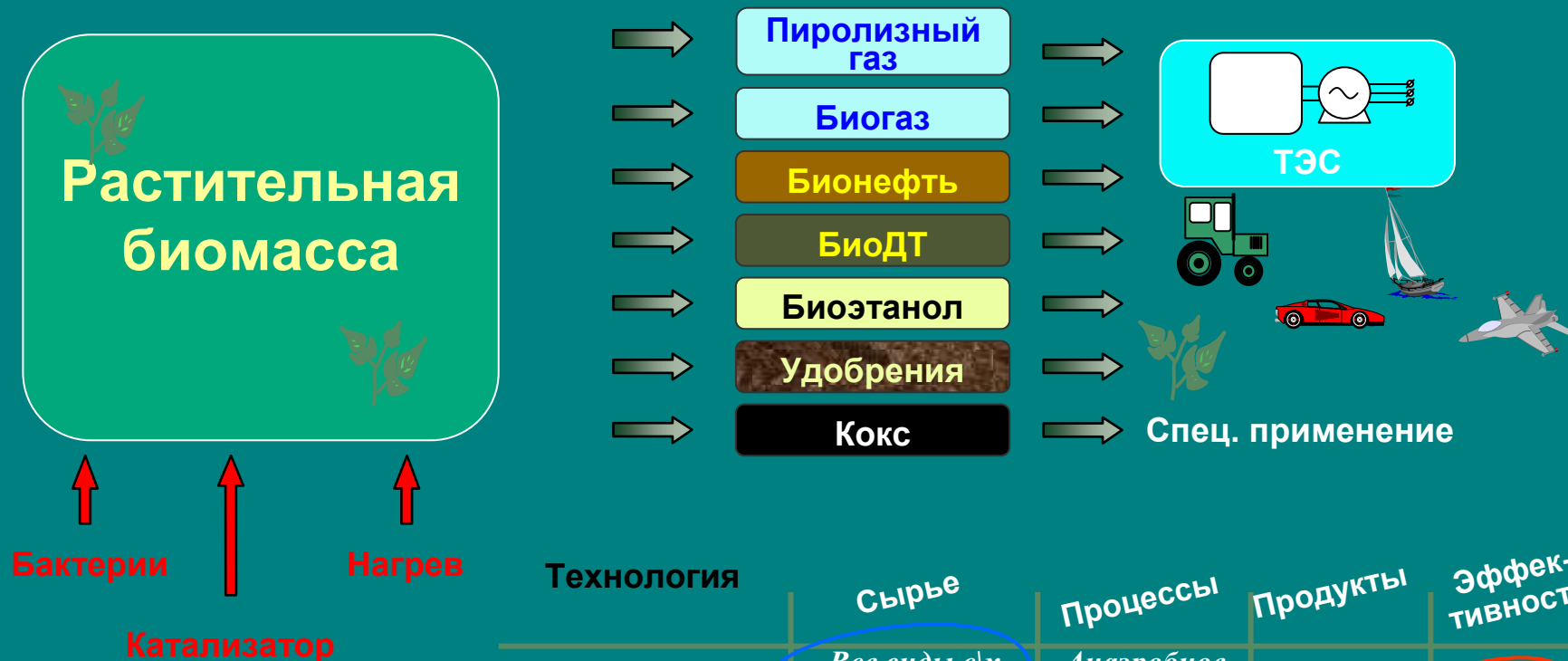
Технологии энергетического
использования растительной биомассы
(на базе разработок ВИЭСХ, В.Г. Чирков)

Руководитель работ академик
РАСХН, проф. Стребков Д. С.

Технологии энергетического использования растительной биомассы

Исходное сырье	Используемые процессы	Основные продукты	Энергетическое применение
Брикетирование, гранулирование			
Древесина, солома, лузга, костра и т. п.	Механическая и неглубокая термич. обраб.	Твердое топливо (брикеты, гранулы)	Прямое сжигание для производства тепла
Биогазовая технология			
Растительные и животные отходы	Ферментизация	Газообразное топливо, гумус	Производство тепла и пара
Производство биоэтанола и биометанола			
Растения с высоким содержанием сахаров, клетчатка	Ферментизация + ректификация, гидролиз	Жидкое топливо (этиловый или метиловый спирт)	Частичное или полное замещение бензина
Производство биодизельного топлива			
Растительные жиры, этанол	Этерификация с использованием катализатора	Биодизельное топливо (диметиловый эфир)	Частичное или полное замещение ДТ
Пиролиз (термолиз)			
Любое сырье, содержащее органику	Термохимические процессы при $t_{\text{ре}} > 300\text{ }^{\circ}\text{C}$	Газообразное, жидкое, твердое топливо, зола	Производство тепла и электроэнергии, в качестве моторного топлива

Энергетические продукты из растительной биомассы



Технология	Сырье	Процессы	Продукты	Эффективность
Биогаз	Все виды с/х отходов	Анаэробное брожение	газ	низкая
Биоэтанол	Сах. свкла, сладк. сорго, и т. п.	Ферментиз. + ректификац.	жидкость	средняя
БиодТ (ДМЭ)	Подсолн., рапс, и т. п.	Катализ	жидкость	средняя
Пиролиз	Любая органика	Термо-химические	Газ, жидк., тв.	высокая

Преимущества жидкого и газообразного биотоплива

✓ Низкое содержание влаги:

Высокая теплотворная способность

Единица объема пиролизной жидкости содержит в 5...7 раз больше энергии, чем древесные опилки, из которых она изготовлена

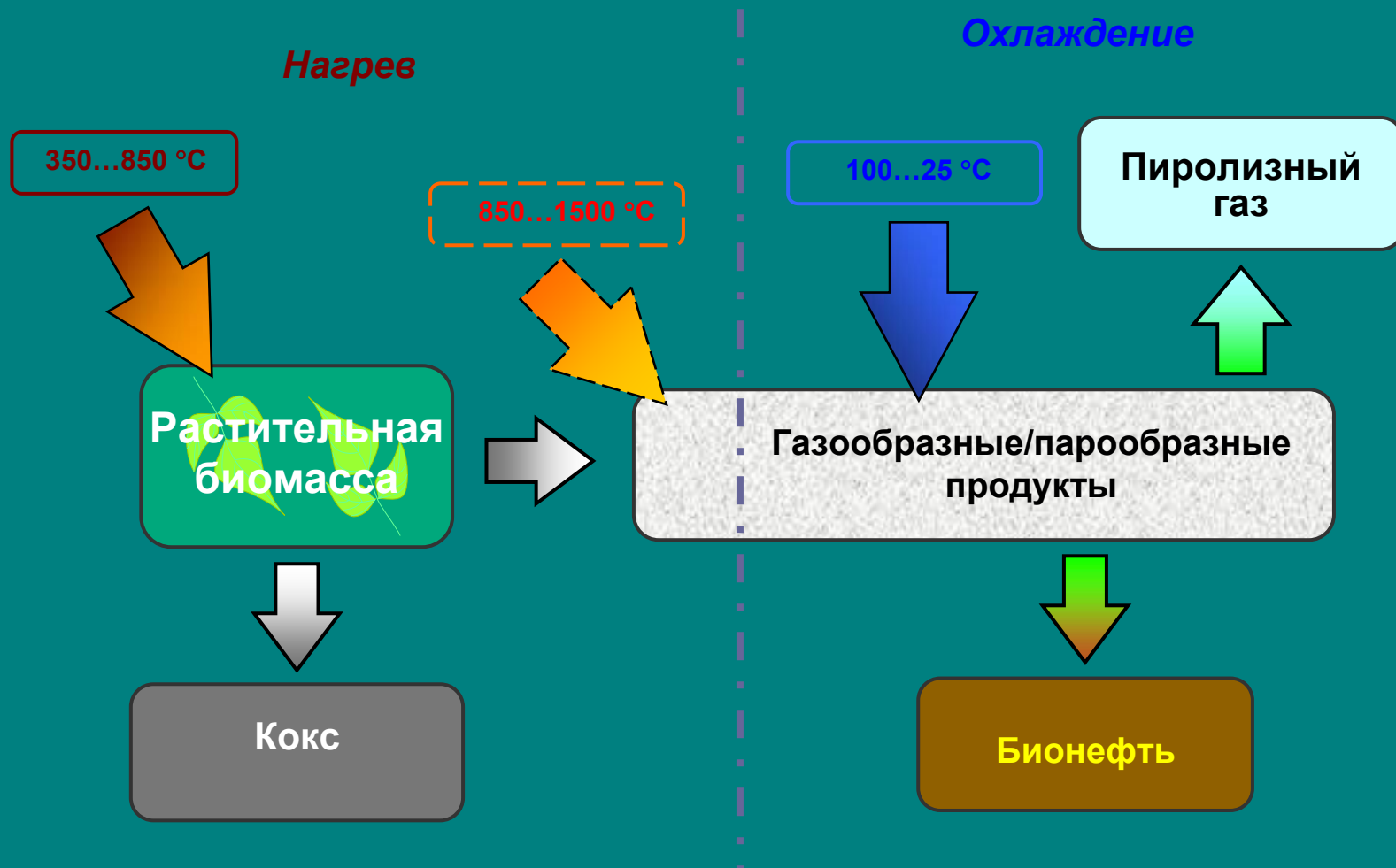
✓ Низкое содержание золы:

*Более 90 % неорганики остается в твердом состоянии:
снижение вредных примесей при сжигании*

✓ Возможность использования в качестве горючего ДВС:

Газообразное топливо может применяться без какой-либо модификации

Основные стадии и продукты термохимической переработки растительной биомассы



Недостатки жидкого пиролизного биотоплива

✗ **Теплотворная способность вдвое меньше, чем у биодизельного топлива:**

Вследствие высокого содержания кислорода (30...40 %)

✗ **Высокая вязкость:**

Кинематическая вязкость на два порядка выше.

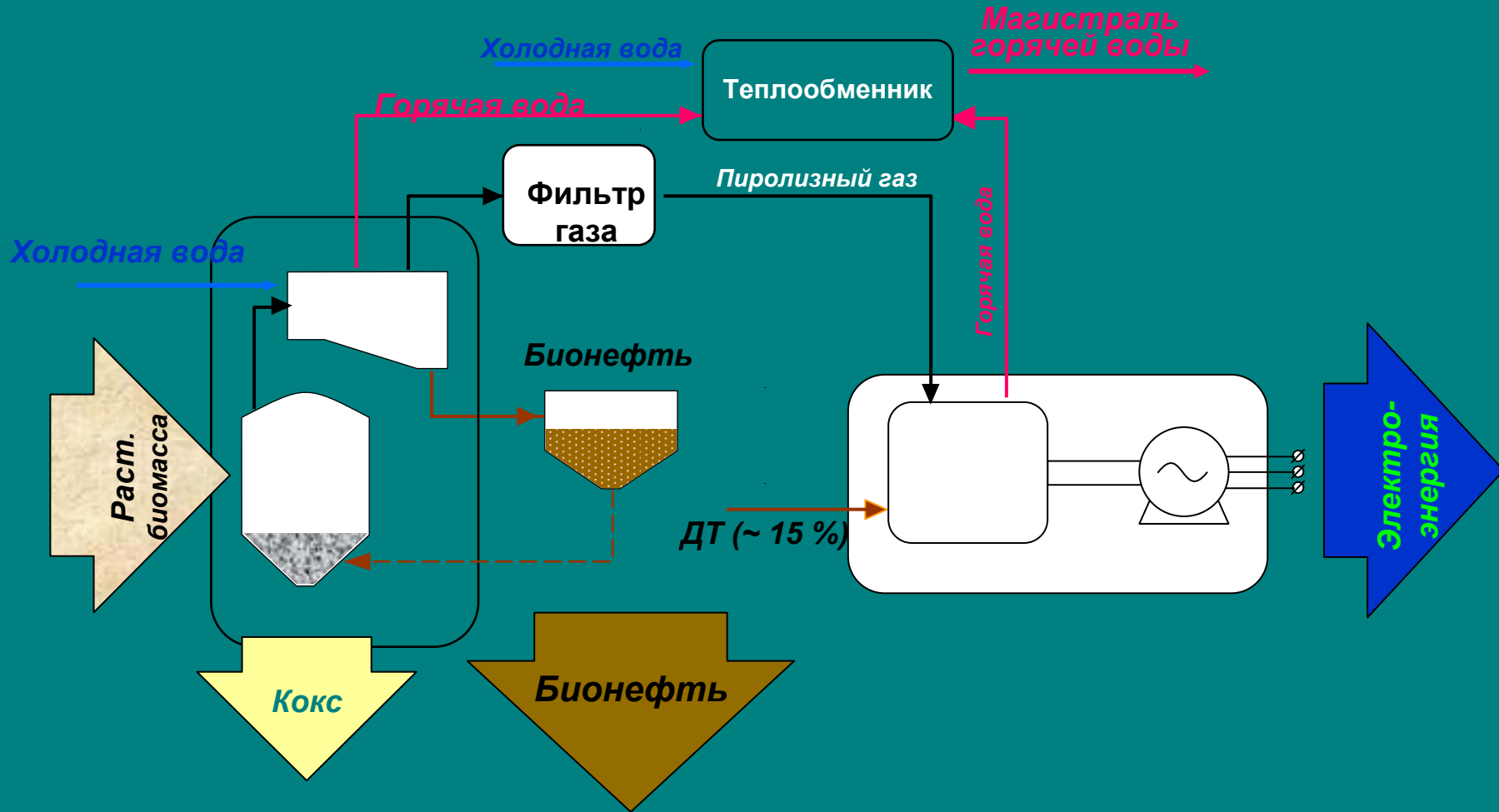
✗ **Нестабильность:**

При хранении расслаивается и загустевает

✗ **Не смешивается с бензином или ДТ:**

Из-за высокого содержания гидроксильных групп

Схема мини-ТЭС на основе ДВС



Преимущества быстрого пиролиза перед газогенераторным процессом

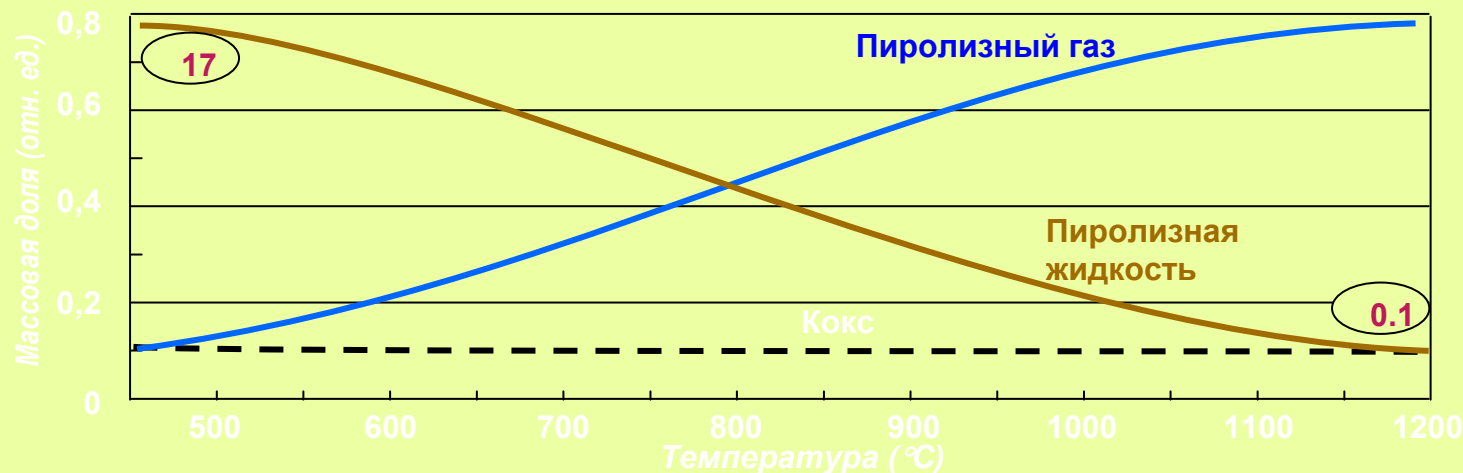
✓ Высокая производительность:

Более высокая интенсивность массо- и теплообмена

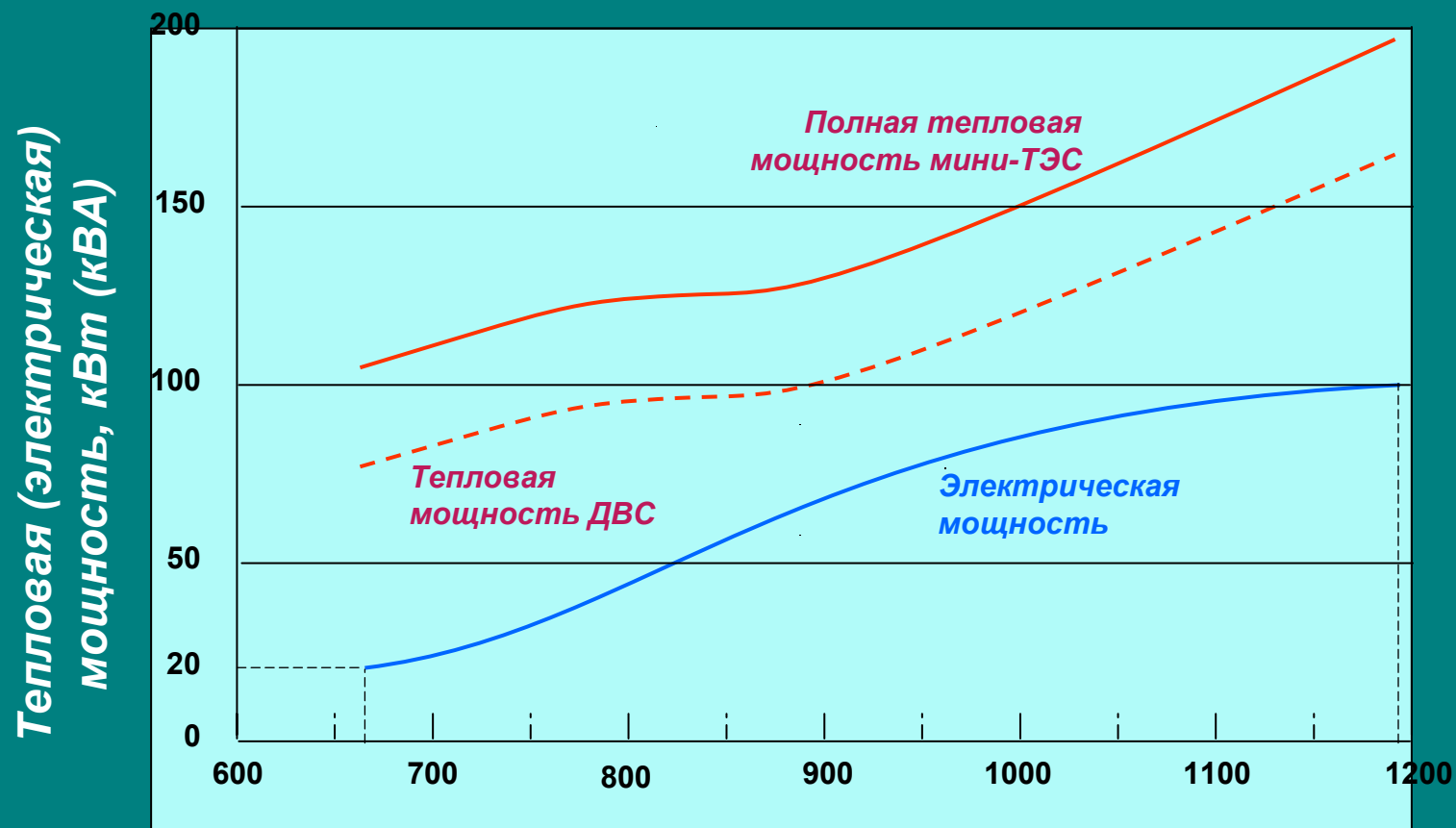
✓ Высокая теплотворная способность газа:

Никое содержание балластных газов

✓ Производство газа и жидкости в одном процессе:

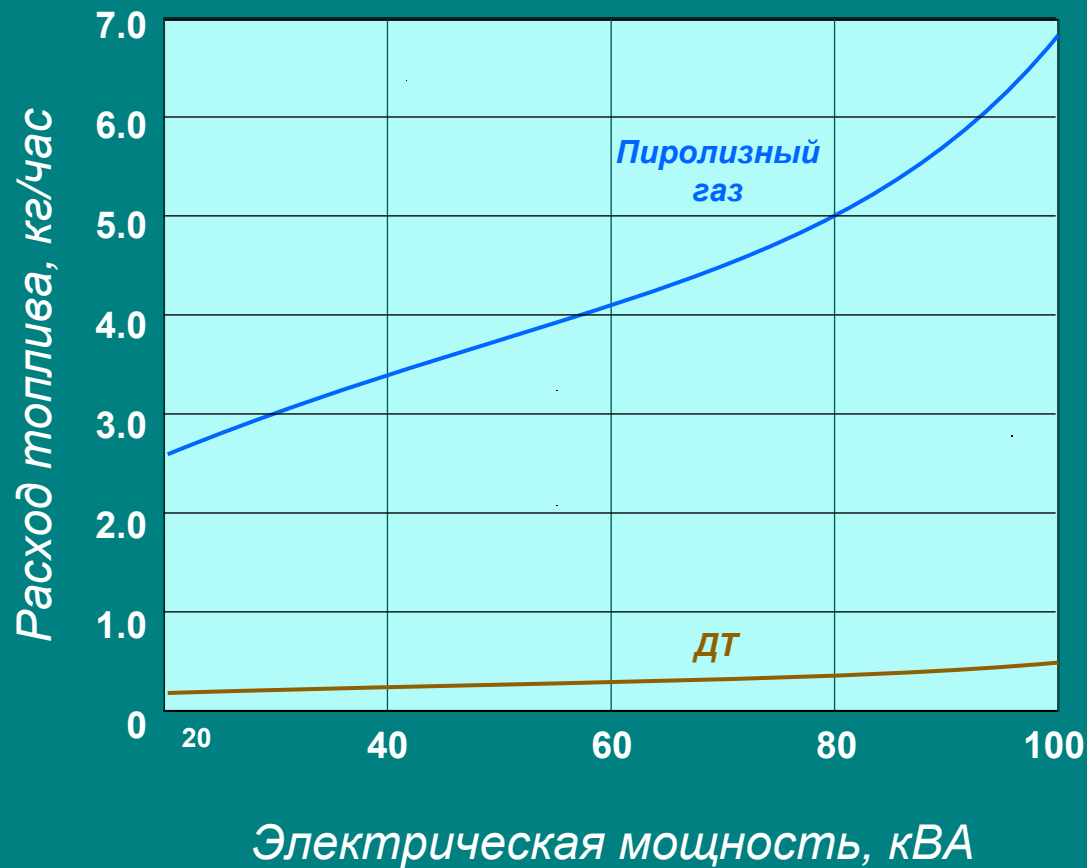


Производительность мини-ТЭС мощностью 100 кВт



Температура в реакторе пиролиза, °C

Потребление топлива мини-ТЭС эл. мощностью 100 кВт



Реактор пиролиза

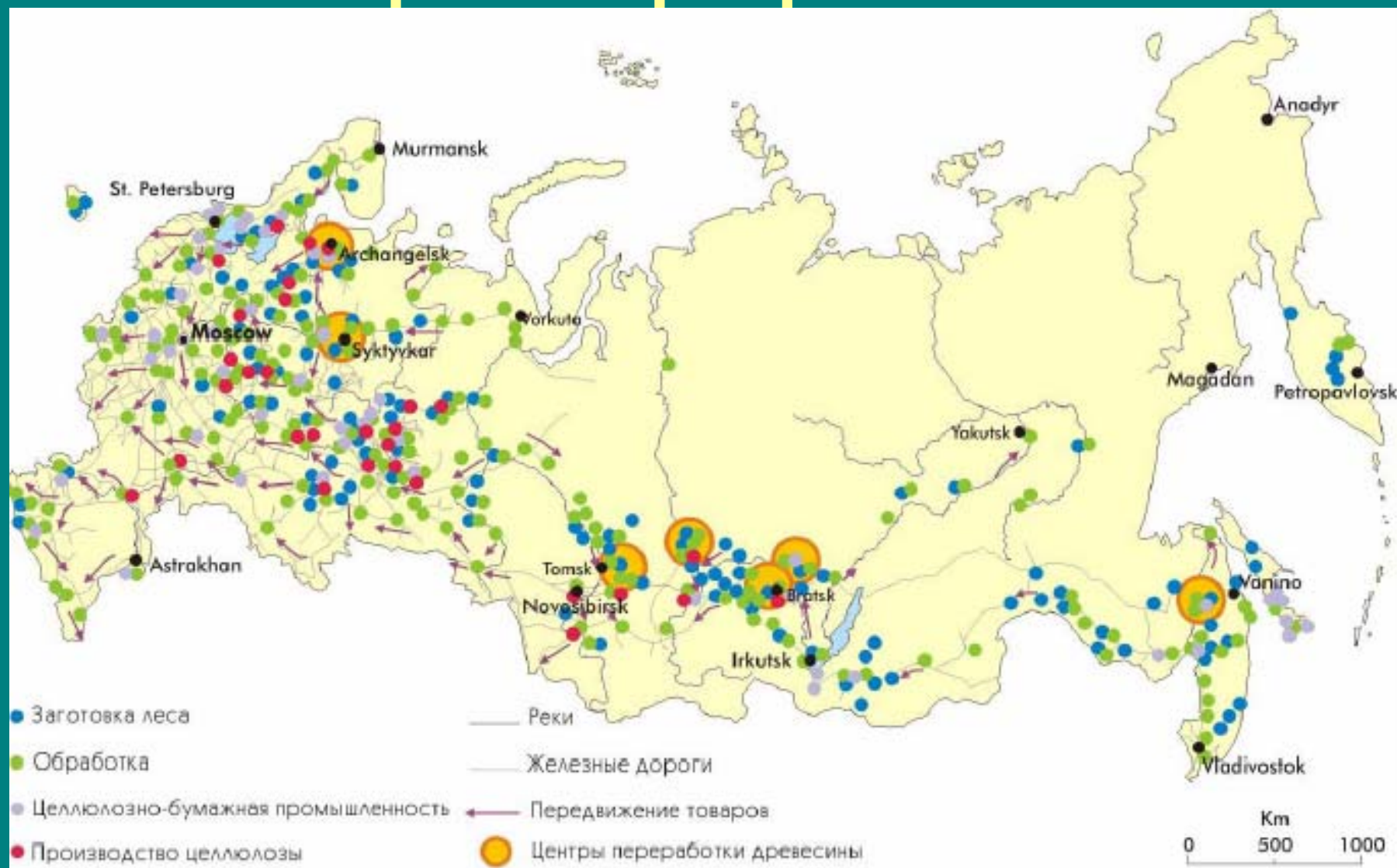


- **Общий вид установки для получения жидкого и газообразного топлива и дизель-генератор электрической мощностью 30 кВт**



- **Установка для получения жидкого и газообразного топлива из древесных и растительных отходов
производительность:
по сырью – 1 т/сут.;
по жидкому и газовому топливу – 0,4 т/сут.**

Предприятия лесной промышленности и транспортировка леса



ВЫВОДЫ

- ♦ **Энергетические культуры и технологии производства новых видов биотоплива эффективный факт повышения рентабельности предприятий сельского хозяйства и местной промышленности**
- ♦ Термохимическая переработка является универсальной технологией, позволяющей производить экологически чистое жидкое и газообразное топливо из растительной биомассы
 - ♦ Основные преимущества термохимической технологии (высокая производительность, исключительная гибкость в отношении используемого сырья и энергетических продуктов) наиболее полно реализуются в мини ТЭС на основе ДВС
- ♦ Комбинированные ТЭС с модулем термохимической переработки растительной биомассы в газообразное и жидкое биотопливо обеспечивают значительное повышение тепловой эффективности всего цикла энергетического использования растительного сырья

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ АВТОНОМНАЯ СИСТЕМА ЭНЕРГОСНАБЖЕНИЯ



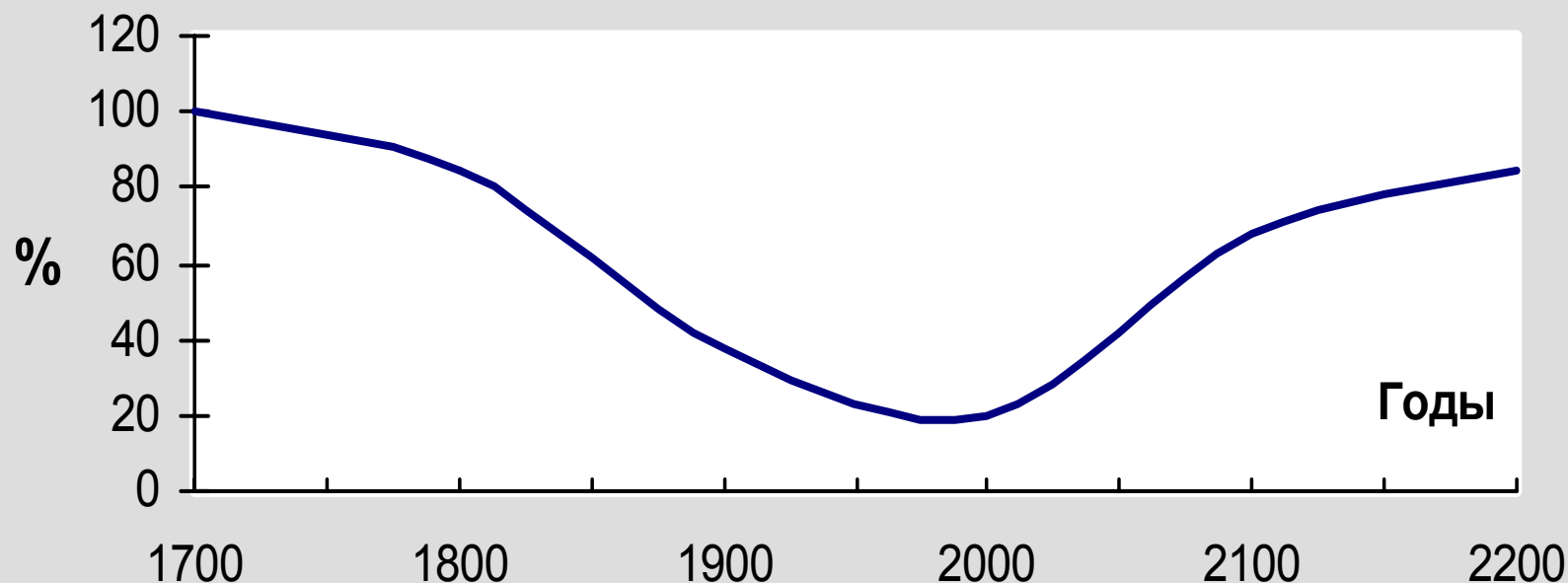
*Внешний вид автономной
системы энергоснабжения*

Предназначена для бесперебойного снабжения теплом и электрической энергией автономных потребителей

- Периодический режим работы ДВС.
- Использование мотор-генератора постоянного тока для аккумуляции электроэнергии в АБ и пуска ДВС от АБ.
- Питание нагрузки через электронный блок.
- Автоматическое включение и отключение ДВС в зависимости от степени заряда АБ.
- Использование для ДВС газового топлива.
- Отсутствие искажений синусоидальной формы выходного напряжения.
- Превышение допустимой мощности нагрузки над мощностью ДВС.
- Нагрев воды теплом выхлопных газов.

ВИЭСХ

Реализация новых материалов, технологий и энергетических систем приведет к увеличению роли возобновляемой энергии в энергетике будущего до 60 – 70%, в электроэнергетике до 80 – 90%.



*Доля возобновляемой энергии
в мировом производстве энергии (Стребков Д. С.)*

Стенды предлагаемые для реализации

1. Исследование
солнечных
элементов

2. Исследование солнечных
концентраторов



3. Комплект «Космос – М2» для приема фотографий земли со
спутников (проф. Шахрамьян М. А.)



Заключение

- ВИЭ уже сегодня показывают экономическую и социальную целесообразность в случаях энергоснабжения изолированных жилых, социальных и промышленных объектов, удаленных от централизованных электрических или тепловых сетей.
- Иногда применение ВИЭ, как единственного источника энергоснабжения, не имеет разумной альтернативы. Использование доступных на данной территории ВИЭ может существенно улучшить энергетическую и экологическую ситуацию, а также позволит во многих регионах перевести часть энергообеспечения на ВИЭ.
- Это обеспечит их энергетическую независимость, повысит экологическую безопасность и снизит негативное воздействие энергетических объектов на окружающую среду.

Спасибо за интерес
к ВИЭ

Надеюсь на
взаимовыгодное
сотрудничество

ityukhov@yahoo.com

