



**Объединенный институт высоких
температур РАН
Лаборатория «Проблем энергосбережения»**

В.М. Зайченко

**РАЗРАБОТКА НОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ
РАСПРЕДЕЛЕННОЙ ЭНЕРГЕТИКИ**

Москва, декабрь 2010



Основные определения

Распределенная энергетика – энергогенерирующие установки относительно небольшой мощности (от долей до несколько десятков мегаватт), создаваемые под нужды конкретного потребителя. Объекты распределенной энергетики самостоятельно формируют стоимость вырабатываемой энергии, работают по собственному графику и, как правило, не имеют выхода за пределы объекта, для энергообеспечения которого данные установки создавались. Основные технологические решения, которые могут служить базой для создания средств распределенной энергетики, лежат в области возобновляемой и альтернативной энергетики.



Плата за подключение к централизованной энергосистеме (Москва)

- Постановлением Правительства Москвы от 16.03.2010 № 14 установлено, что в 2010 году при подключении новых электрических нагрузок к системам централизованного энергоснабжения необходимо уплатить:
 - - в пределах Садового кольца
-113,2 тыс. руб./кВт;
 - - между Садовым кольцом и третьим транспортным кольцом
-101,3 тыс. руб./кВт;
 - - между третьим транспортным кольцом и Московской кольцевой автодорогой
-77,7 тыс. руб./кВт.
- За подключение электрической нагрузки с наиболее вероятной среднестатистической заявляемой мощностью 300 кВт, необходимо уплатить электросетевой компании в среднем ~ 30 млн. руб.



Затраты на сооружение автономного энергоисточника (Мини-ТЭЦ)

- Затраты на сооружение автономных газопоршневых станций 300 кВт электрических и 450 кВт тепловых с учетом проектных и монтажных работ, комплектации, выполнения пуско-наладочных работ и т.д. составят 6 - 12 млн. руб. Это обеспечит себестоимость электроэнергии не выше 1,8 - 2,0 руб/кВтч при себестоимости тепловой энергии – 600...800 руб./Гкал.
- **Экономия инвестиций при создании энергоисточника составит ~ 50 - 60 млн. руб., а экономия ежегодных затрат на электричество и тепло – 6 - 8 млн. руб.**



Отсутствие мощностей в региональных энергосистемах – один из стимулов развития распределенной энергетики

- В 2004 году энергетики смогли удовлетворить только 32% заявок на подключение, в 2005 году - 21%, в 2006 году подключили всего 16% желающих, в текущий период – уже только 10 %, т.е. 9 заявителей из десяти получают отказ на централизованное электроснабжение. Централизованные энергосистемы не в состоянии обеспечить потребности новых заявителей. Это одна из причин возрастающего интереса к автономным (распределенным) системам. Вторая причина - экономическая целесообразность. Во многих случаях использование автономных систем производства электрической и тепловой энергии более выгодно, чем подсоединение к централизованным источникам. Это относится не только к обособленным удаленным потребителям, но и к потребителям в крупных городах, в том числе и в Москве.

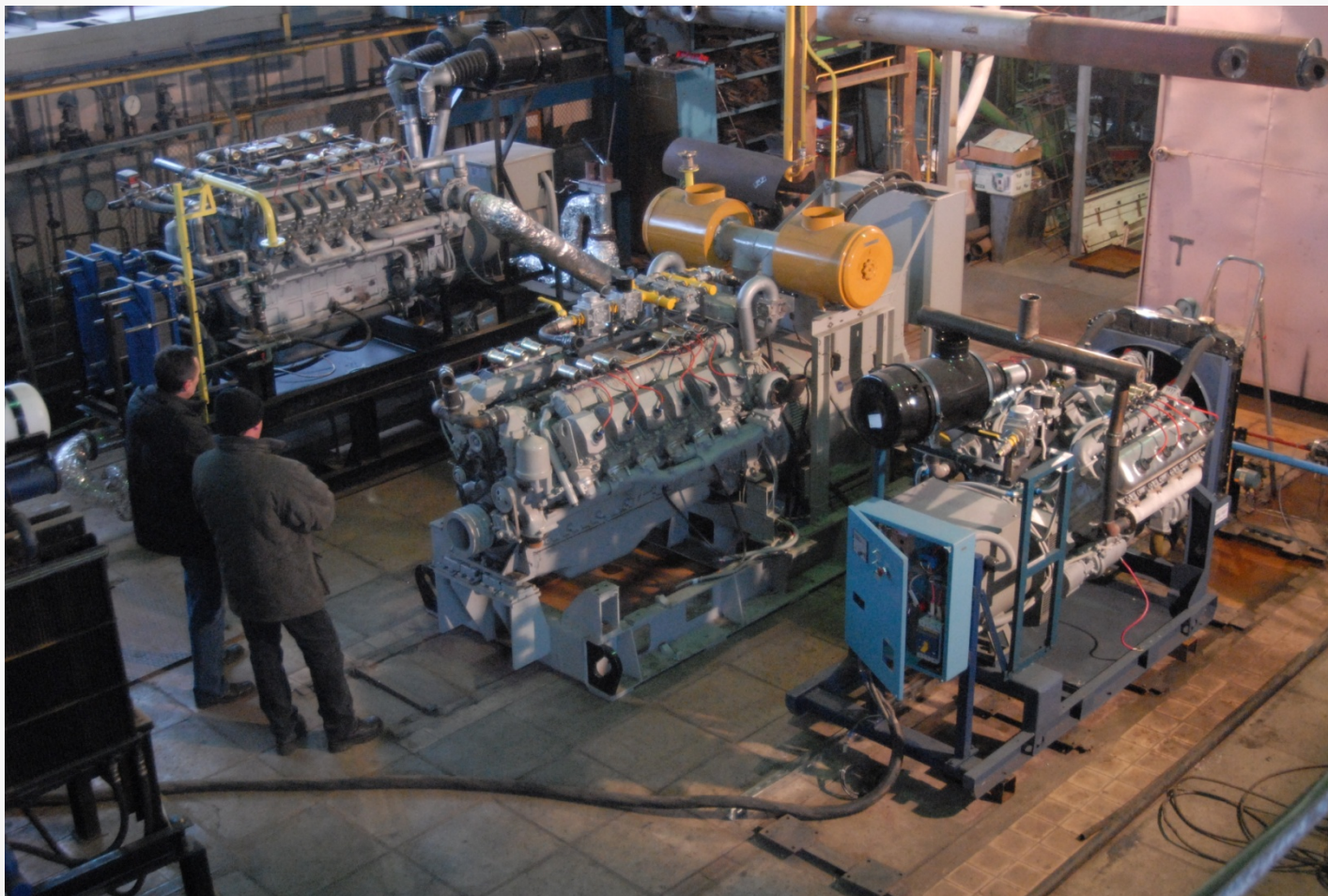


Прогнозы

- 1. По прогнозам Института энергетических исследований РАН (ИНЭИ) до 2020 г. доля малых высокоэффективных электрогенерирующих установок составит от 35 до 55 % общей мощности электростанций, сооружаемых в России.**
- 2. Наиболее востребованный диапазон мощностей – от 100 кВт до 1 МВт.**
- 3. Для сохранения энергетической безопасности необходимо обеспечить замещение импорта автономных источников энергии.**
- 4. Необходимо, используя современные технологии, вводить в энергетический оборот местные виды топлива и биоотходы**



Стенд ОИВТ РАН для испытаний электростанций и мини-ТЭЦ на базе газопоршневого двигателя





Газопоршневая мини-ТЭЦ мощностью 315 кВт эл. в поселке Нижний Архыз



Общий вид электростанции в контейнерном исполнении



Отсек машинного отделения



Отсек системы управления и автоматики

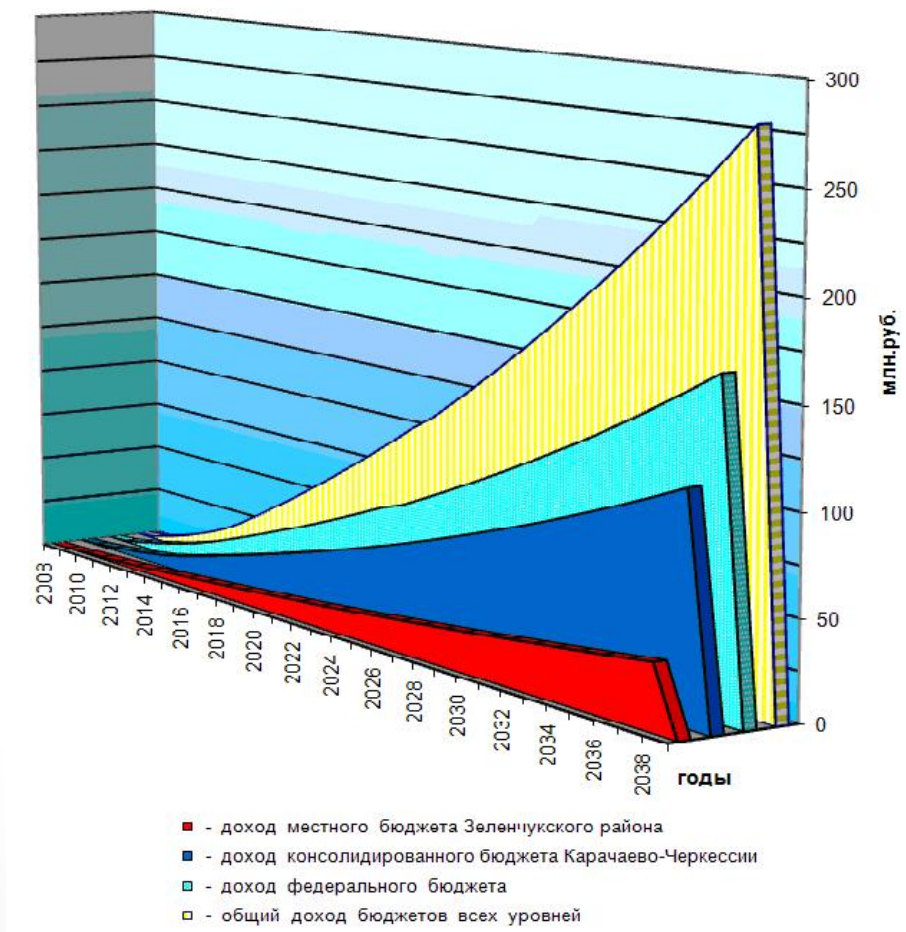


СРАВНИТЕЛЬНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ТЕПЛОВЫХ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ

Наименование показателей	Значение показателей для ТЭС			
	на твердом топливе с циркулирующим кипящим слоем	на природном газе с использованием парогазовых технологий		на природном газе с использованием газопоршневых агрегатов
	Новоростовская ГРЭС, новое строит.	ПГЭС "Кубань"	Анастасиевско-Троицкая ПГЭС	Специальная астрофизическая обсерватория РАН
Номинальная электрическая мощность, МВт	1000	450	525	0,31
Номинальная тепловая мощность, Гкал/ч	0	387	0	0,34
Удельные капитальные вложения, US\$/кВт	2656	1822,6	1616,5	1256,7
Критерии эффективности инвестиций:				
чистый дисконтирован. доход (NPV), млн.руб.	38931	19640	6638	67,1
внутренняя норма доходности (IRR), %	15,0	13,9	13,2	45
рентабельность инвестиций, %	9,01	9,8	10,6	28,6
индекс доходности	1,57	1,8	1,25	5,8
дисконтированный срок окупаемости (BPB), лет	16,3	13,5	15,8	3,9



Кумулятивная бюджетная эффективность проекта сооружения мини-ТЭЦ электрической мощностью 315 кВт в поселке Нижний Архыз.





Характеристики электростанций, работающих на природном, сжиженном природном и углеводородном газах, дизельном топливе

Наименование показателей	Размерность	Природный газ	Сжиженный природный газ	Сжиженный углеводородный газ	Дизельное топливо
		Значение показателей для агрегатов			
		АГ 200-Т400-1РК-МТ	АГ 200-Т400-1РК-МТ	АГ 200-Т400-1РК-МТ	АД 200-Т400-1РК-МТ
ОБЩИЕ ДАННЫЕ					
Установленная электрическая мощность	МВт	0,200	0,200	0,20	0,20
Установленная тепловая мощность	Гкал/ч	0,264	0,264	0,26	0,26
Отпуск электрической энергии	МВтч	1470	1470	1470	1470
Отпуск тепловой энергии	Гкал/год	1881	1881	1881	1881
Общий сумма инвестиций (учёт инфляции и затрат на оборотный капитал)	млн.руб.	7,65	8,03	7,71	7,8
ФИНАНСОВАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРОЕКТА					
<i>Дисконтированные данные</i>					
Чистый дисконтированный доход бюджетов все уровней	млн.руб.	12,3	7	-2,8	0,4
<i>в том числе:</i>					
Федеральный бюджет	млн.руб.	5,4	3,0	-0,7	0,1
Территориальный бюджет	млн.руб.	5,5	3,1	-1,2	0,2
Местный бюджет	млн.руб.	1,4	0,9	-0,9	0,1
Дисконтиров. срок окупаемости средств	лет	4,0	7,0	-	17
Внутренняя норма доходности	%	51,0	33,9	-	7,2
Индекс доходности	-	4,4	2,9	-0,3	0,9

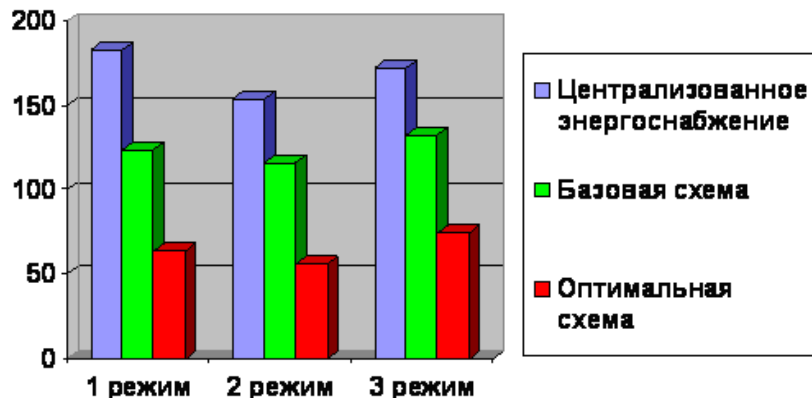


Система подачи сжиженного метана





Интеллектуальные схемы использования газопоршневых установок в отопительных котельных (Smart Grid). Программа EnergyOptim



Режим [□]	Оптимальная схема [□]	Стоимость проекта, тыс. руб. [□]	Простой срок окупаемости, мес. [□]
1 [□]	АГ200+АГ200+ЭК+БА·(№6) [□]	10392 [□]	20 [□]
2 [□]	АГ200+АГ200+ЭК+БА·(№6) [□]	10765 [□]	26 [□]
3 [□]	АГ315+ЭК+БА·(№2) [□]	8816 [□]	21 [□]

Оценка простого срока окупаемости оптимальных схем энергокомплекса

Базовая схема включает котельную и газопоршневую электростанцию без когенерации

Режимы [□]	Стоимость энергоресурсов (7 дней), тыс. руб. [□]			Прибыль за год, тыс. руб.* [□]
	Централизованные сети энергоснабжения [□]	Базовая схема [□]	Оптимальные схемы [□]	
1 [□]	183,396 [□]	123,748 [□]	64,014 [□]	6224,918 [□]
2 [□]	153,576 [□]	115,934 [□]	55,825 [□]	5097,016 [□]
3 [□]	172,536 [□]	132,053 [□]	74,353 [□]	5119,542 [□]

*Разница между стоимостью энергоресурсов при централизованном энергоснабжении и автономном при оптимальной схеме. ¶



РЕСУРСЫ ТОРФА И ДРЕВЕСИНЫ В РОССИИ

- В России 45% мировых запасов торфа и 23% мировых запасов древесины.
- Доля торфа в энергетике СССР составляла в 70-х – 21%, сегодня в России – 0,27%. **Энергетический потенциал торфа** в пересчете на условное топливо **превосходит суммарные запасы нефти и газа в России** и составляет 68,3 млрд. т у.т.
- Ежегодный прирост торфа в нашей стране оценивается в **260-280 млн. тонн**, и только **1,1 – 1,2%** от этого количества добываются и используются.



Задачи, требующие незамедлительного решения

Для создания автономных источников энергии необходима отработка процессов термохимической переработки местных видов топлива (торф, древесина, неприщевая биомасса) с получением высококалорийного энергетического газа (теплота сгорания не менее 2500 ккал/м^3). Существующие процессы газификации, основа которых создавалась около 100 лет назад, обеспечивают теплоту сгорания газа не выше 1100 ккал/м^3 . Использование низкокалорийного газа в современных энергетических агрегатах, рассчитанных на высокие тепловые нагрузки, неэффективно. Отсутствие процессов получения высококалорийного топлива из местных видов топлива является одним из сдерживающих факторов практического использования средств малой энергетики.



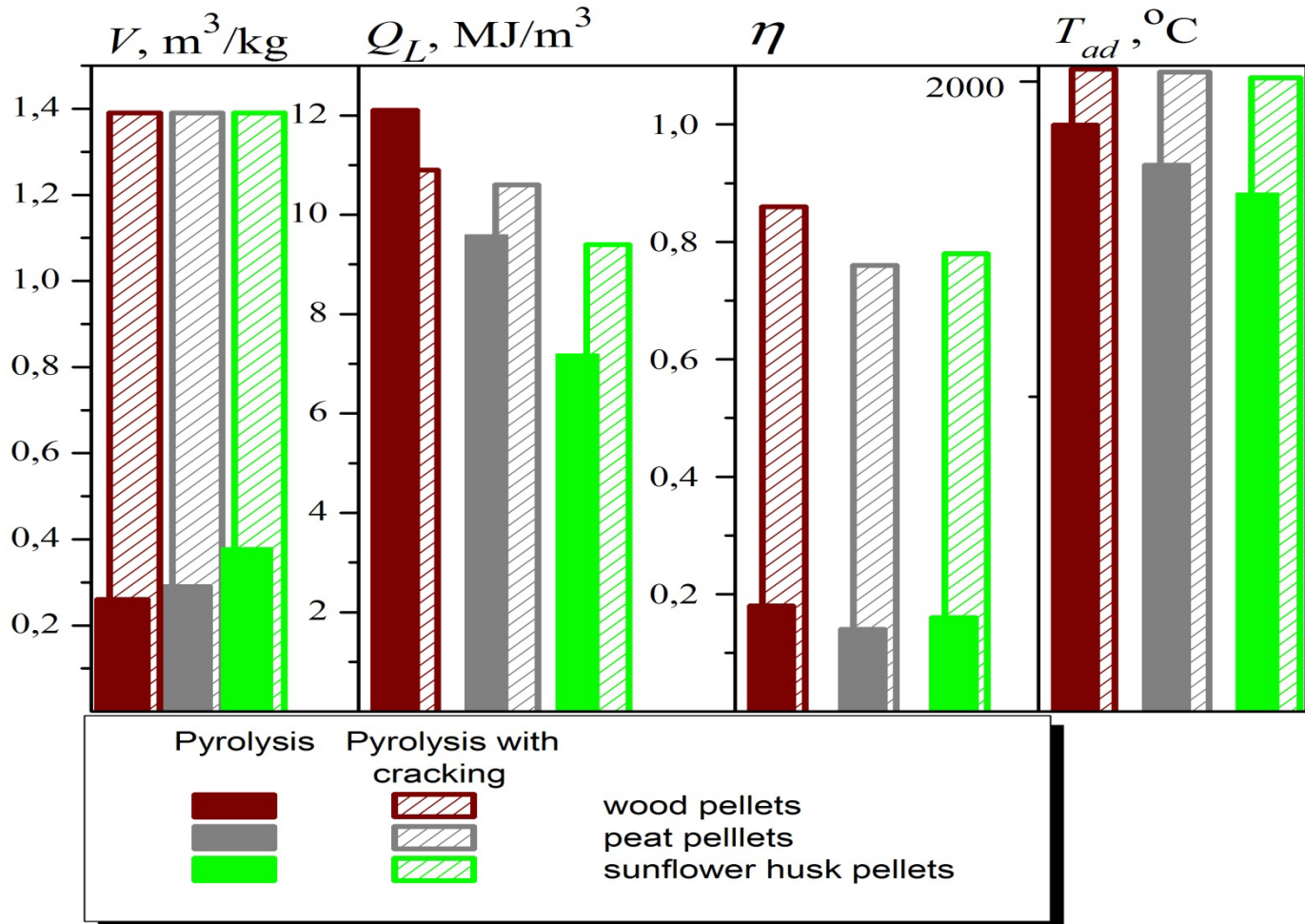


Состав и теплота сгорания газа, получаемого при переработке древесных пеллет

T_2, C	Объем, $\text{м}^3 / \text{кг}$	Содержание горючих компонентов (объемная доля)			Теплота сгорания, $\text{ккал}/\text{м}^3$ ($\text{МДж}/\text{м}^3$)	
		H_2	CO	C_nH_m	Q_B	Q_H
850	0,76	0,40	0,27	0,08	2800 (11,7)	2550 (10,6)
950	1,1	0,43	0,40	0,02	2700 (11,3)	2500 (10,4)
1000	1,4	0,49	0,41	0,01	2800 (11,7)	2550 (10,6)
Пиролиз ($10^0/\text{min}$)	0,29	0,23	0,19	0,13	2500 (10,4)	2300 (9,6)

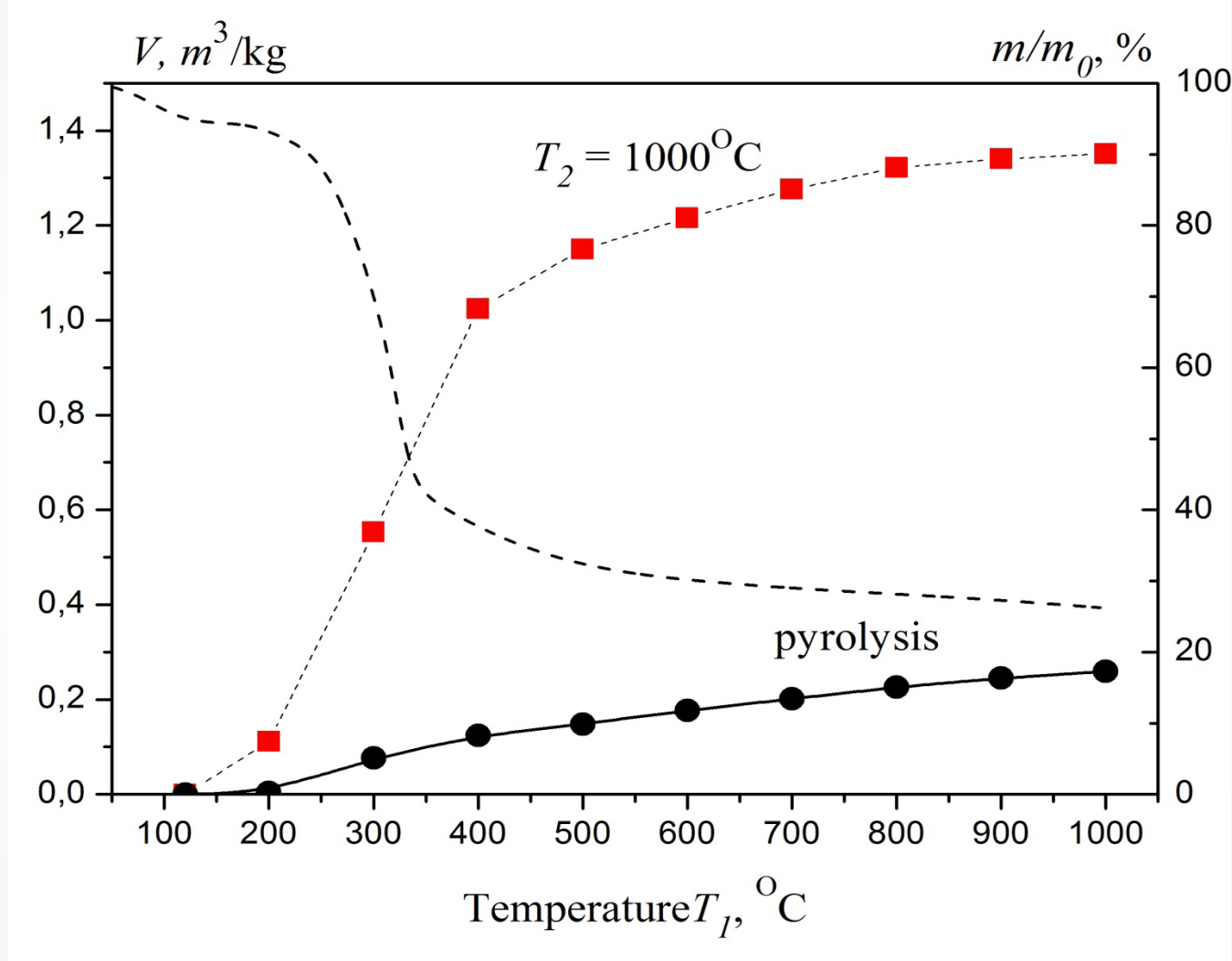


Сравнительные характеристики газового топлива, получаемого из различных видов твердого углеводородного сырья при пиролизе и переработке по технологии ОИВТ РАН





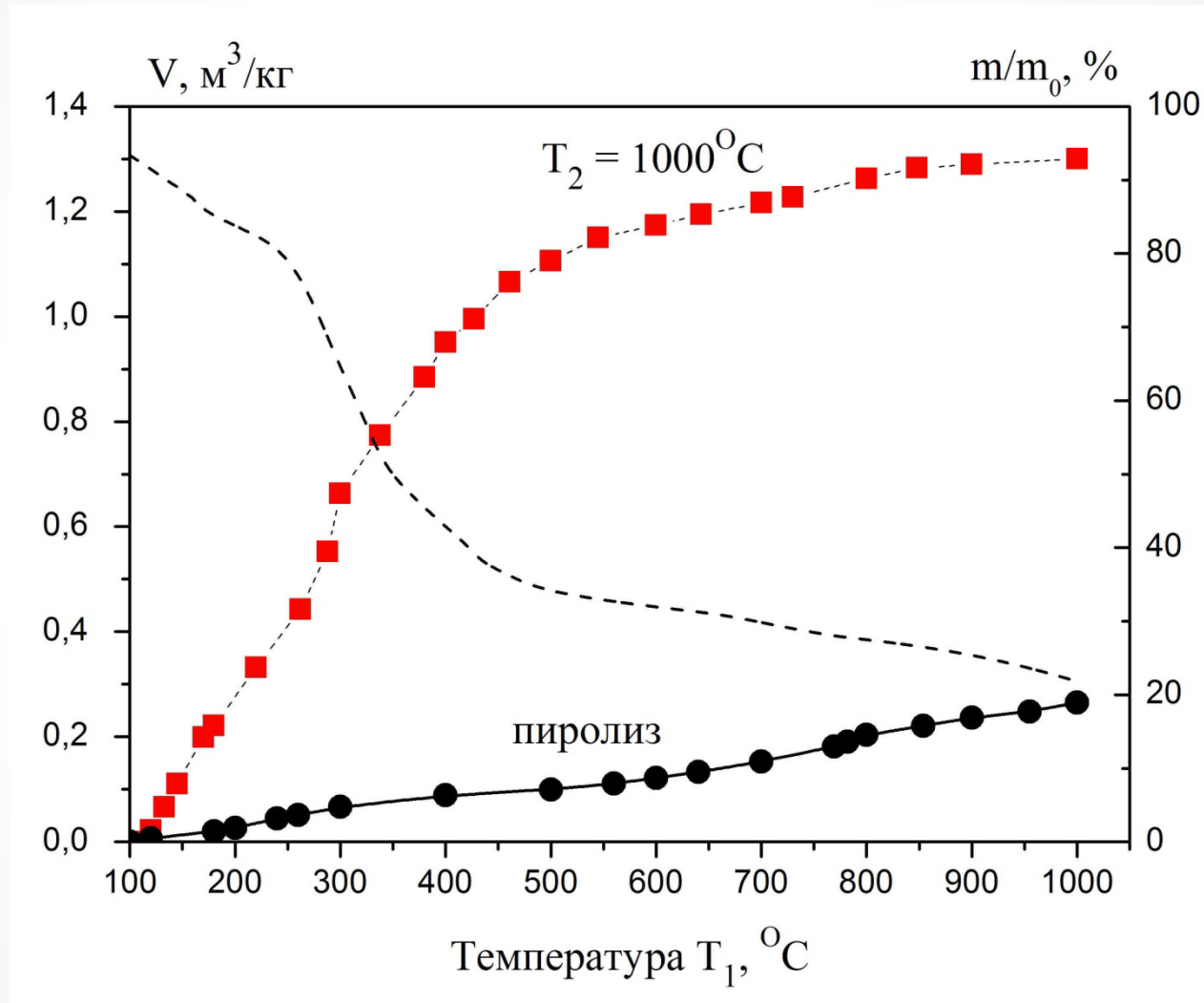
Изменение объёма газа, получаемого в процессе термической переработки соломы



традиционный пиролиз – , разрабатываемый процесс –



Изменение объёма газа, получаемого в процессе термической переработки ГКП



традиционный пиролиз – , разрабатываемый процесс –



Дальнейшие перспективы...

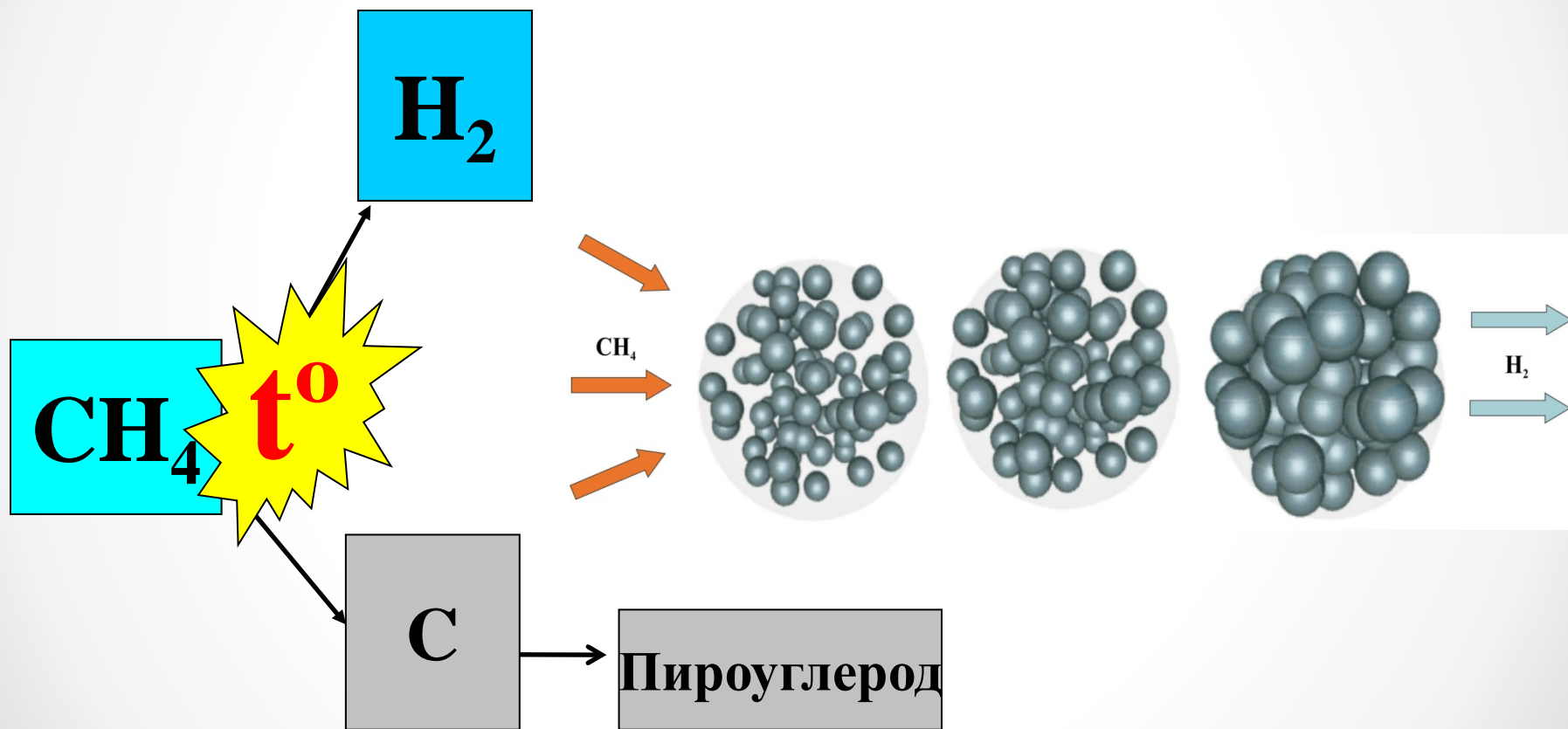
**Каменный век закончился не
из-за нехватки камня.**

**Нефтяной век закончится не
из-за отсутствия нефти.**

Бывший министр нефти
Саудовской Аравии,
Шейх Заки Ямаш



Термическое разложение природного газа в пористой углеродной среде

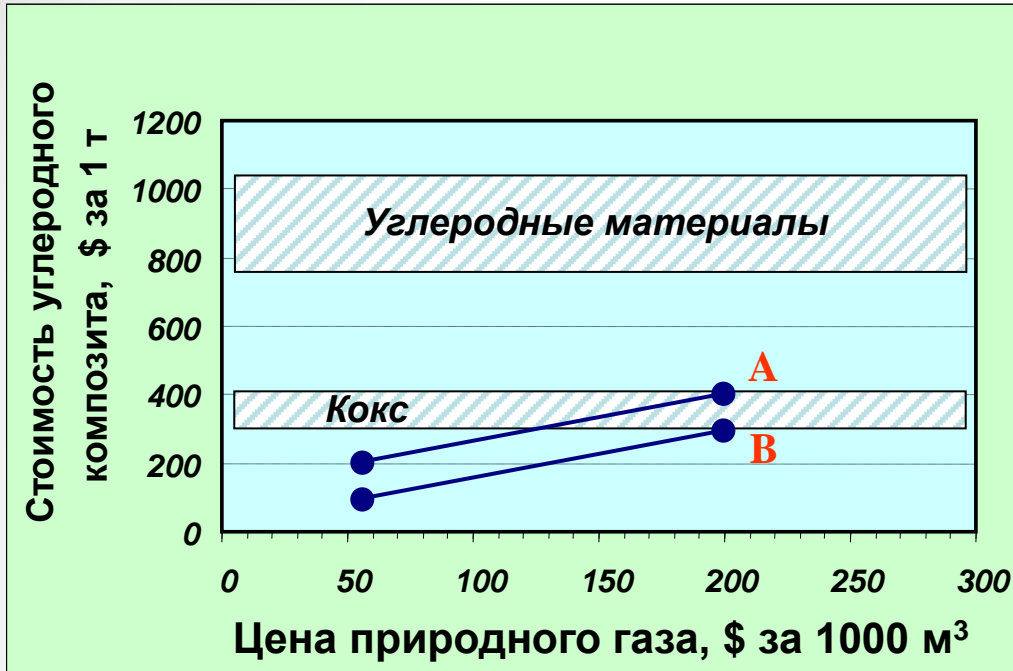




Характеристики композитного углеродного материала, полученного путем переработки древесных отходов и природного газа

- Летучие, % 1,04
- Зола, % 1,23
- Влажность, % 0,24
- Сера, % 0,02
- С, % 96,0 - 99,5
- Н, % 0,22
- Теплота сгорания, МДж/кг 32,95
- Плотность, г/см³ 0,76 - 1,2
- Состав газообразных продуктов реакции: Н₂ – 78-80%, остальное –
 - неразложившийся метан





Вариант **А** – водород не реализуется
Вариант **В** – водород продается



Общий вид крупномасштабного
стенда



(Gas to Liquid) → (Gas to Solid)

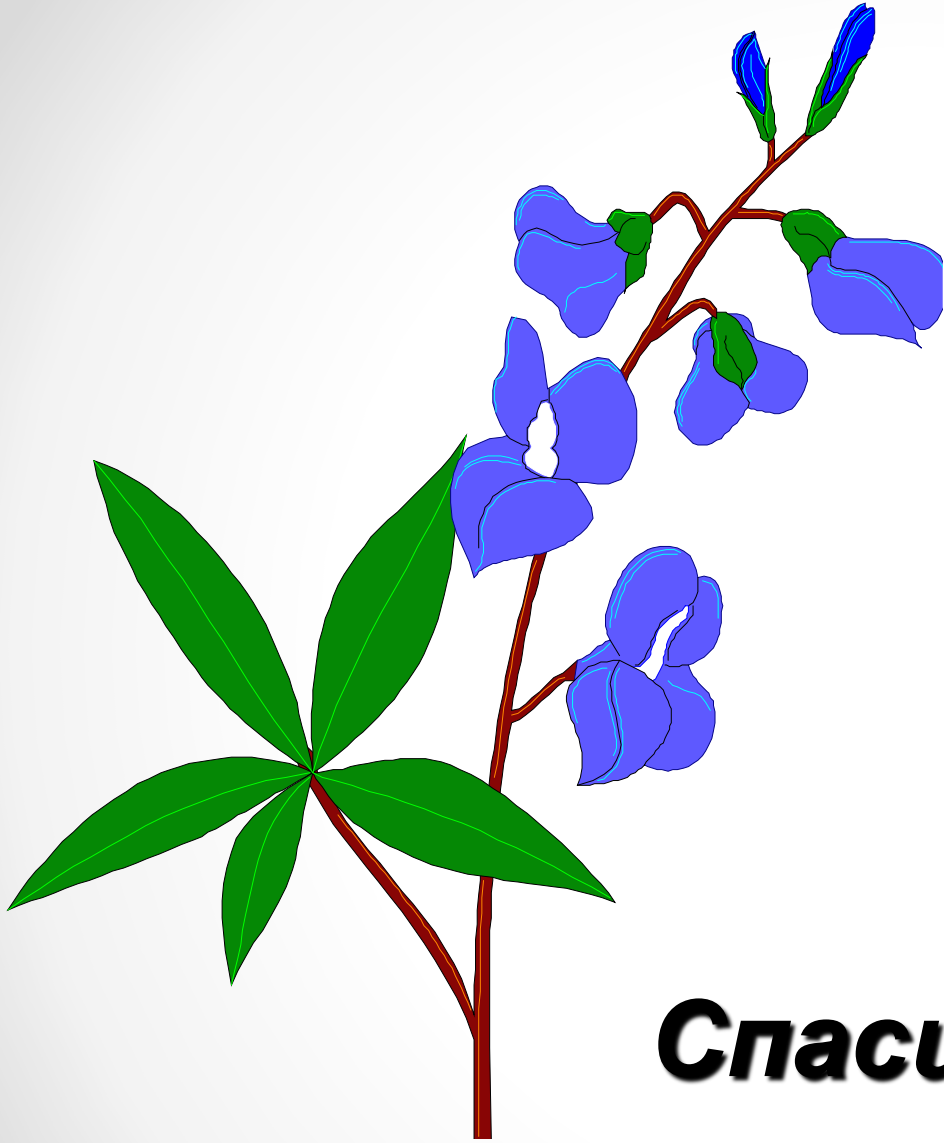
- Использование данной технологии является перспективным при организации транспортировки попутного газа и природного газа низкодебитных месторождений. Традиционно в мировой практике данная задача реализуется при использовании технологии GTL (Gas to Liquid). Ожижение природного газа в непосредственной близости от мест добычи и дальнейшая транспортировка жидкого топлива более выгодна, чем перевозка непосредственно природного газа. По аналогии с существующей терминологией для процесса ОИВТ РАН, может быть использован термин «природный газ - твердое тело» (Gas to Solid). Т.е. транспортировка природного и попутных газов в виде чистых углеродных материалов, получаемых в непосредственной близости от мест добычи.



ВЫВОДЫ

Важнейшей задачей развития распределенной энергетики в стране является создание промышленного производства электростанций и мини-ТЭЦ на базе газопоршневых двигателей.

- Использование местных источников сырья, включая технологические отходы, является одним из основных направлений создания новых энергетических мощностей, обеспечивающих экологически чистое и экономически выгодное получение электрической и тепловой энергии.
- Важнейшей задачей модернизации экономики является разработка и внедрение комплексных технологий, использование которых обеспечит получение положительных результатов в промышленности, энергетике, экологии.



Спасибо за внимание