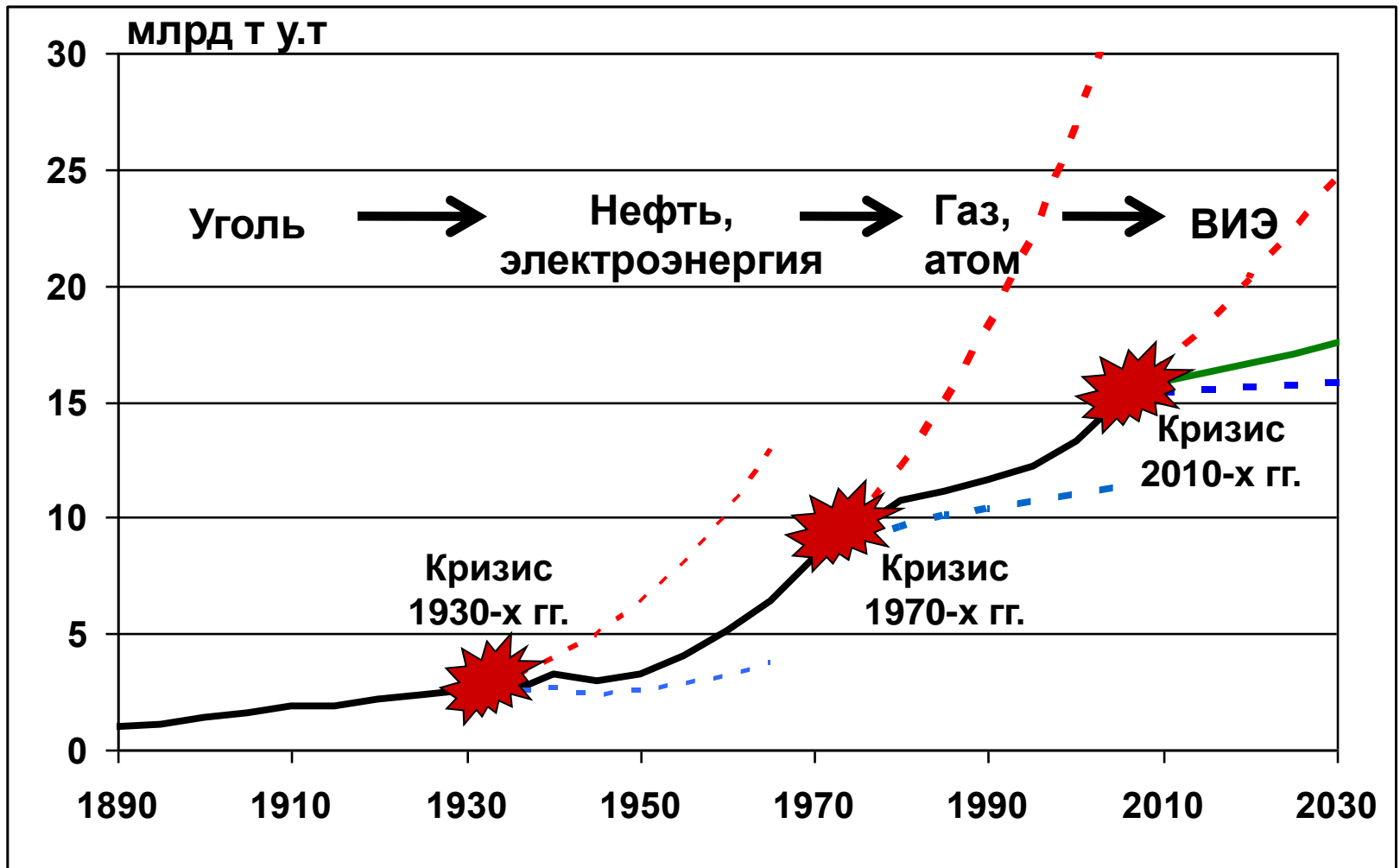




**ИНСТИТУТ ТЕХНИЧЕСКОЙ ТЕПЛОФИЗИКИ  
НАН УКРАИНИ**

**Підвищення енергоефективності  
використання енергоресурсів в  
теплоенергетиці України**

**Долинский А.А., Басок Б.И.**



Світове кінцеве використання енергії – кризові явища. Після кожної кризи енергетика переходить на нову траєкторію росту зі зменшенням темпів росту та зміною структури енергоресурсів. Джерело - <http://esco-ecosys.narod.ru/journal/journal109.htm>

# ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЬ — ГЛОБАЛЬНИЙ СВІТОВИЙ ЕНЕРГЕТИЧНИЙ РЕСУРС



1. ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ. 2. НАФТА. 3. ВУГІЛЛЯ. 4. ПРИРОДНИЙ ГАЗ.

5. БІОМАСА І ВІДНОВЛЮВАЛЬНІ ДЖЕРЕЛА ЕНЕРГІЇ. 6. ЯДЕРНА ЕНЕРГІЯ.

## **Проблеми теплоенергетики України**

**Значна частка природного газу, висока його ціна, монополізм одного поставника**

**Мала частка відновлюваних та місцевих видів палива і альтернативних енергоресурсів**

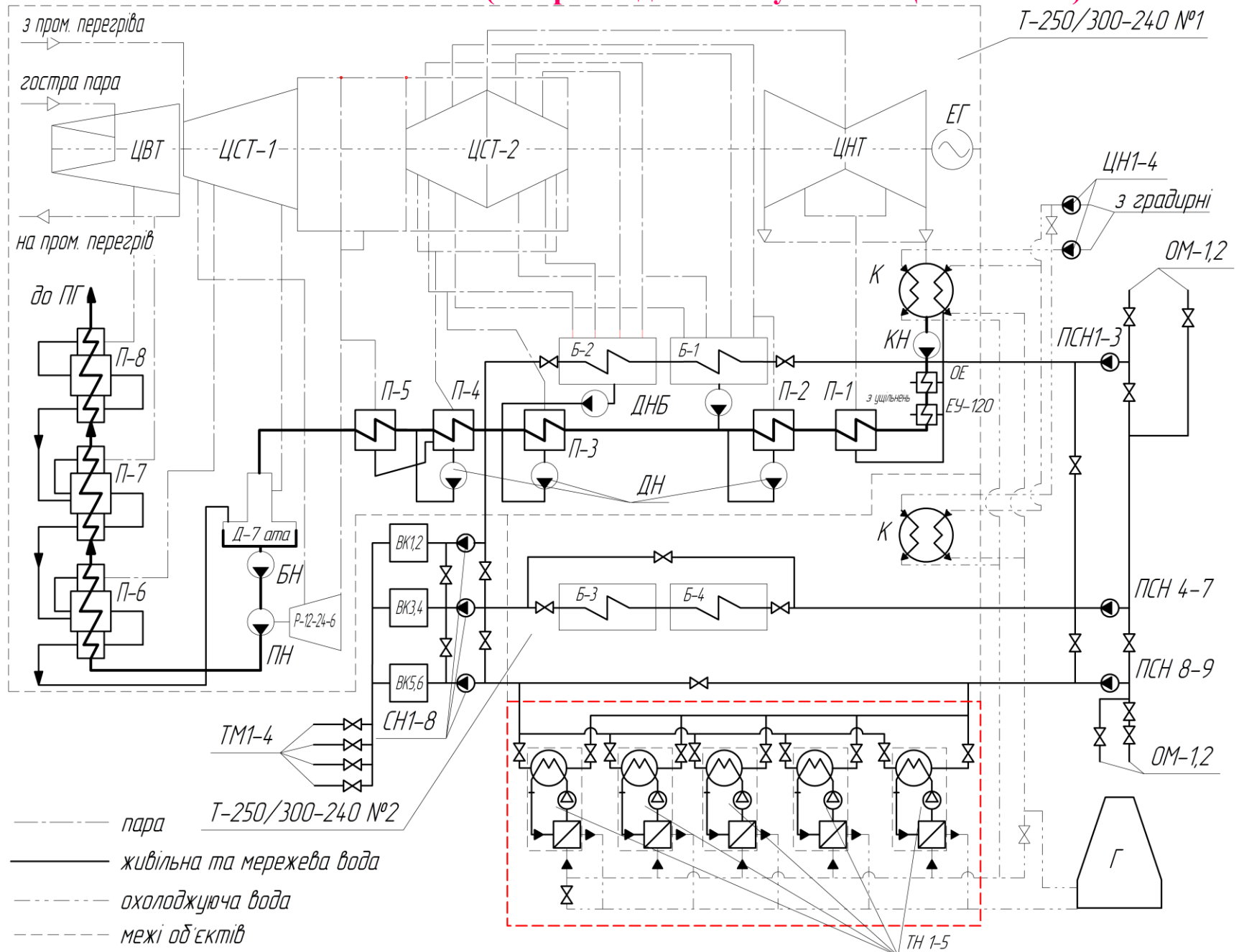
**Низька енергоефективність**

# ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЬ

структурна,  
**технологічна,**  
ринкова,  
управлінська,  
регуляторна

# **1. Теплонасосные технологии для коммунальной и промышленной теплоэнергетики**

# Можливість використання скидної теплоти водообігових конденсаційних циклів на основі теплонасосних технологій (на прикладі газомазутної ТЕЦ-6 м. Києва)



## Схема підключення теплових насосів в діючу схему ТЕЦ-6

**Позначення:** ЦВТ – циліндр високого тиску; ЦСТ-1 – перший циліндр середнього тиску; ЦСТ-2 – другий циліндр середнього тиску; ЦНТ – циліндр низького тиску; ЕГ – електричний генератор; К – конденсатор; ОЕ, ЕУ-120 – ежектори; П1-8 – підігрівачі; ДН – дренажний насос підігрівачів; Д – деаератор; Б1, 2 – бойлера блоку №1, 2; ДНБ- дренажний насос бойлерів; КН – конденсатні насоси; БН – бустерний насос; ПН – живильний насос; ОМ1-4 – зворотна тепла магістраль №1-4; ТМ1-4 – пряма тепла магістраль №1-4; ПСН1-9 – підкачуючі мережеві насоси №1-9; СН1-8 – мережеві насоси другого підйому №1-8; ВК1-6 – водогрійні котли КВГМ-180 №1-6; **ТН1-5 – теплові насоси Unitop 50FY Friotherm AG № 1-5**; ЦН1-4 – циркуляційні насоси №1-4; Г1, 2 – градирня №1, 2.

### Технічні характеристики ТЕЦ-6:

Встановлена потужність: електрична – 500 МВт, тепла – 2000 МВт (1740 Гкал/год).

Устаткування ТЕЦ-6: 2 теплофікаційних блока 250 МВт і 6 водогрійних котлів КВГМ-180.

### Основні технічні характеристики турбоустановки Т-250/300-240-2 при номінальному режимі:

- потужність – 250 МВт; теплове навантаження – 330 Гкал/год;
- температура води на виході з конденсатора – 15-23оС;
- кількість скидної теплоти, що може бути використана для роботи теплових насосів – 60-75 МВт.

## Техніко-економічні показники підключення п'яти теплових насосів Unitop 50FY в схему блока ТЕЦ-6

№	Найменування показників	Одиниці вимірювання	Показники		
1.	Середня сумарна потужність теплових насосів	МВт	117		
2.	Електричне навантаження теплових насосів	МВт	32,5		
3.	Економія природного газу	тис. м <sup>3</sup> /год	8,9		
4.	Час роботи устаткування	год/рік	5600		
5.	Вартість устаткування і монтажних робіт	млн. грн.	450		
6.	Загальні річні експлуатаційні витрати	млн. грн.	27,54		
7.	Варіанти ціни на газ	грн./тис. м <sup>3</sup>	1500	2000	2500
8.	Річна економія витрат на газ	млн. грн.	75	100	125
9.	Чиста економія	млн. грн.	47,46	72,46	97,46
10.	Термін окупності	рік	9,5	6,2	4,6



## Использование низкопотенциальной теплоты сточных вод в системе теплоснабжения жилых микрорайонов «Осокорки» и «Позняки» г. Киева

Для компенсации теплодефицита вводится в эксплуатацию первая очередь станции теплоснабжения (СТ) «Позняки» мощностью 200 Гкал/ч. Планируется продолжение ее строительства и доведение тепловой мощности в 2015 году до 380 Гкал / час, а после 2015 г. - до 740 Гкал/ч.

Энергоэффективнее не строить вторую очередь СТ «Позняки», а применить альтернативные источники теплоснабжения, которыми могут быть тепловые насосы большой мощности, использующие в качестве низкопотенциального источника теплоты очищенные сточные воды **Бортнической станции аэрации.**

Среднесуточный объем сточных вод Бортнической станции аэрации – 1,1 млн. м<sup>3</sup>. Температура сбросных очищенных сточных вод в отопительный сезон изменяется от 8 до 14 °С, а в летний - от 14 до 25 °С.

Охлаждение сточных вод на 4 °С дает возможность получения 120-140 Гкал/ч теплоты, которая может быть использована для теплоснабжения

# Области и назначение целесообразного применения ТН

## Эффективное применение тепловых насосов

Энергетически		Экономически	
По первичному источнику н/п энергии	По назначению	По цене на топливо или на первичный энергоресурс	Область применения
При высокой эксергии низкопотенциальной теплоты:	Для горячего водоснабжения с аккумулярованием объемов пикового потребления ГВС	Там, где высокая цена на топливо (например, газ) или где оно отсутствует	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ промышленность</li><li>▪ бюджетная сфера</li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>• сбросной тепловой ресурс про-сти;</li><li>• водообращенные конденсационные циклы;</li><li>• очищенные воды канализационных стоков;</li><li>• шахтные воды</li></ul>	Для низкотемпературного отопления (воздушного, типа теплый пол, настенного)	Там, где низкая цена на электроэнергию	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ индивидуально-бытовой потребитель (особенно в сельской местности);</li><li>▪ высотные дома с электрическими плитами;</li><li>▪ потребитель 1-го класса напряжения</li><li>▪ когенерационно-теплонасосные установки</li></ul>

## **2. Індивідуальні теплові пункти**

# Комфортное теплоснабжение с ИТП

Для того чтобы «управлять» погодой (т.е. **обеспечить эффективное теплоснабжение и поддержание комфортного температурного режима**) в помещениях административного корпуса № 1 Института технической теплофизики НАН Украины (по ул. Булаховского 2) были реализованы 2 проекта индивидуальных тепловых пунктов (ИТП) мощностью 300 и 250 кВт.

**Индивидуальный тепловой пункт** - это автоматизированный комплекс теплообменного оборудования, запорно-регулирующей арматур и контрольно-измерительных приборов, который используется для приготовления теплоносителя и поддержания его технологических тепловых параметров в системах теплоснабжения жилых, административных та производственных помещениях зданий.

## **Факторы, которые необходимо учесть:**

- Внешние: окружающая среда (Українського гідрометеорологічного центру):
  - температурные режимы (данные о температуре)
  - ветровые режимы (скорость и направление ветра)
  - влажность воздуха
  - снежный покров
  - осадки
- Внутренние: температура в здании:
  - теплоснабжение (температура теплоносителя, его расход, расход теплоты...)
  - теплопотери

Фото ІТІ з котлами



## Фото ІТШ з ГС

**Особливості розробки ІТТФ НАН України від типових ІТШ:**

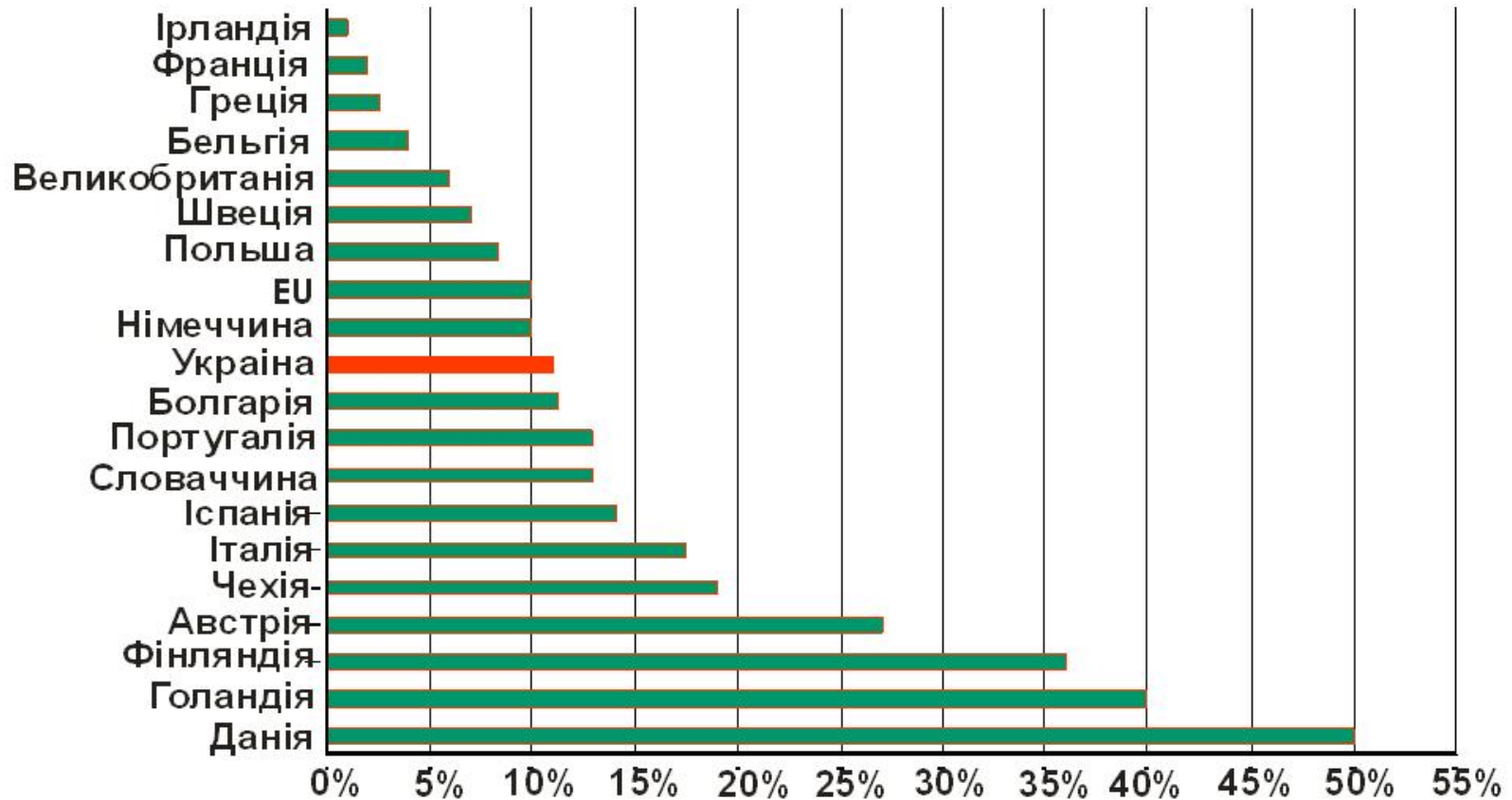
- наявність гідравлічної стрілки, яка забезпечує гідравлічну ув'язку котлового та опалювального контурів і дозволяє збільшити ефективність роботи та надійність конструкції;
- можливість плавного регулювання теплового навантаження за рахунок електронного управління частотою обертання високоефективного насоса з мокрим ротором.



Рис. 2

## **3. Когенерація**

# ДОЛЯ КОГЕНЕРАЦІЇ В ЗАГАЛЬНОМУ ОБСЯЗІ ВСТАНОВЛЕНИХ ЕЛЕКТРИЧНИХ ПОТУЖНОСТЕЙ В КРАЇНАХ ЄВРОПИ



**Україна:** 6114 МВт<sub>Тел</sub>, з них 5954 МВт<sub>Тел</sub> (97%) – ТЕЦ, 160 МВт<sub>Тел</sub> (3%) – інші когенераційні технології



# Сравнение когенерационных станций различных производителей

ОАО «Первомайск-  
дизельмаш»



Тип двигателя	ДвГА-630	DEUTZ TBG 620V12K	Jenbacher JMS320	Perkins 4016E61TRS	Caterpillar G3516
Электрическая мощность, кВт	<b>630</b>	<b>1022</b>	<b>1065</b>	<b>1000</b>	<b>1030</b>
Тепловая мощность, кВт	<b>840</b>	<b>1156</b>	<b>1197</b>	<b>1250</b>	<b>1319</b>
Температура уходящих газов, °С	<b>520</b>	<b>515</b>	<b>500</b>	<b>495</b>	<b>489</b>
Расход топлива при 100% нагрузке, нм <sup>3</sup> /ч	<b>214</b>	<b>267</b>	<b>274</b>	<b>265</b>	<b>292</b>
Удельный расход газа, нм <sup>3</sup> /кВт-ч	<b>0,340</b>	<b>0,261</b>	<b>0,257</b>	<b>0,265</b>	<b>0,283</b>
Тепловой КПД, %	<b>42,2</b>	<b>45,8</b>	<b>46,3</b>	<b>47,9</b>	<b>45,8</b>
Электрический КПД, %	<b>31,6</b>	<b>40,5</b>	<b>41,2</b>	<b>40,0</b>	<b>37,6</b>
КИТ, %	<b>73,8</b>	<b>86,3</b>	<b>87,5</b>	<b>87,9</b>	<b>85,9</b>
Эксергетический КПД, %	<b>41,4</b>	<b>51,1</b>	<b>51,9</b>	<b>51,6</b>	<b>48,7</b>

# КОГЕНЕРАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ НА НИЗЬКОКАЛОРИЙНИХ ГАЗАХ

Біогаз (з полігонів ТПВ, з відходів с/г)  
Гази металургійних виробництв  
(доменний, коксовий, мартенівський)

Шахтний метан  
Метан геотермальних вод  
Спутний газ нафтовидобування

В Україні спалювання газу на 200 факелах

## Проект технологічного парку „Інститут технічної теплофізики”

"Ліквідація загазованості та запобігання загостренню екологічної ситуації в м.Бориславі шляхом запровадження дослідно-промислових установок утилізації газів, що викидаються в атмосферу, з використанням природоохоронних та ресурсозберігаючих технологій"

Виконавець проекту:

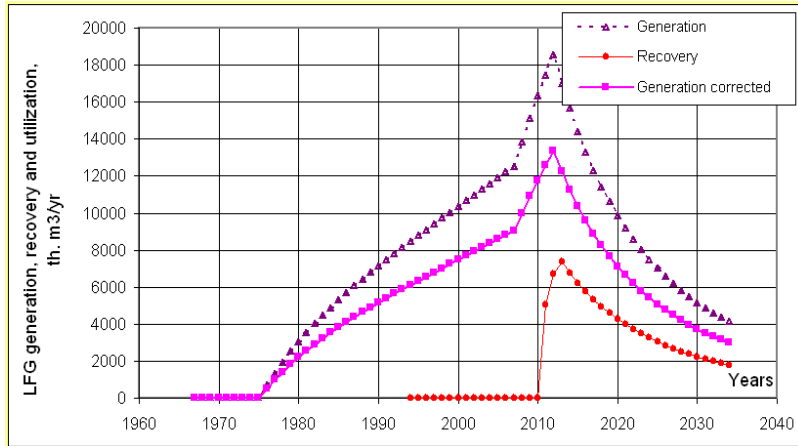
Товариство з обмеженою відповідальністю Науково-виробнича компанія "Східно Європейський Енергетичний Союз".

Метою інноваційного проекту є утилізація нетрадиційного енергоносія – відбензиненого супутнього газу нафтовидобування – для виробництва електричної та теплової енергії. Загальна вартість проекту – 156,1 млн. грн.

Реалізація проекту дозволить досягнути :

- Обсягу виробництва електричної енергії складає 480 млн. кВт·год.
- Обсягу виробництва теплової енергії складає 291 тис. Гкал.
- Обсягу продажу одиниць скорочення викидів парникових газів складає 310 тис. т еквіваленту CO<sub>2</sub>.
- Обсягу економії природного магістрального газу 180 млн. м<sup>3</sup>.

# Збір і утилізація біогазу на полігонах ТПВ (Маріуполь)



Кількість вертикальних газозбірних свердловин: 44

Загальна довжина трубопроводів: 4 км

Вихід біогазу: 400-600 м3/год

Вміст метану в біогазі: 45-50%

Очікуване зниження емісії ПГ: 30000 т CO2-екв./рік

Утилізація біогазу: КГУ 625 кВт<sub>е</sub>, закритий факел

Окупність проекту: 3.8 роки (зелений тариф + продаж ОСВ)



# Приклади потужних проектів когенераційних технологій на низькокалорійних газах

## Шахта ім. Засядько:

22 газо-поршневі когенераційні установки по 3 МВт кожна, працюють на шахтному метані

## м. Алчевськ, проект:

Когенераційна установка, що працює на суміші коксового та доменного газів

2 газові турбіни по 150 МВт електричних кожна (Японія)

1 котел-утилізатор потужністю 300 МВт теплових (США)

## **4. ВТОРИННІ СКИДНІ ТЕПЛОВІ РЕСУРСИ ПРОМИСЛОВОСТІ**

# Використання вторинних теплових енергоресурсів в комунальній теплоенергетиці

Міста: Кривий Ріг, Маріуполь, Дніпропетровськ, Донецьк, Макіївка, Алчевськ, Єнакієво, Дніпродзержинськ, Запоріжжя, Краматорськ

**Приклад:** Маріуполь; 0,5 млн. жителів; 120 опалювальних котелень потужністю 1,2 ГВт; паливо: 0,36 млн. т у.п. в рік.

ТВЕР: від плавильних і нагрівальних агрегатів, теплота коксу

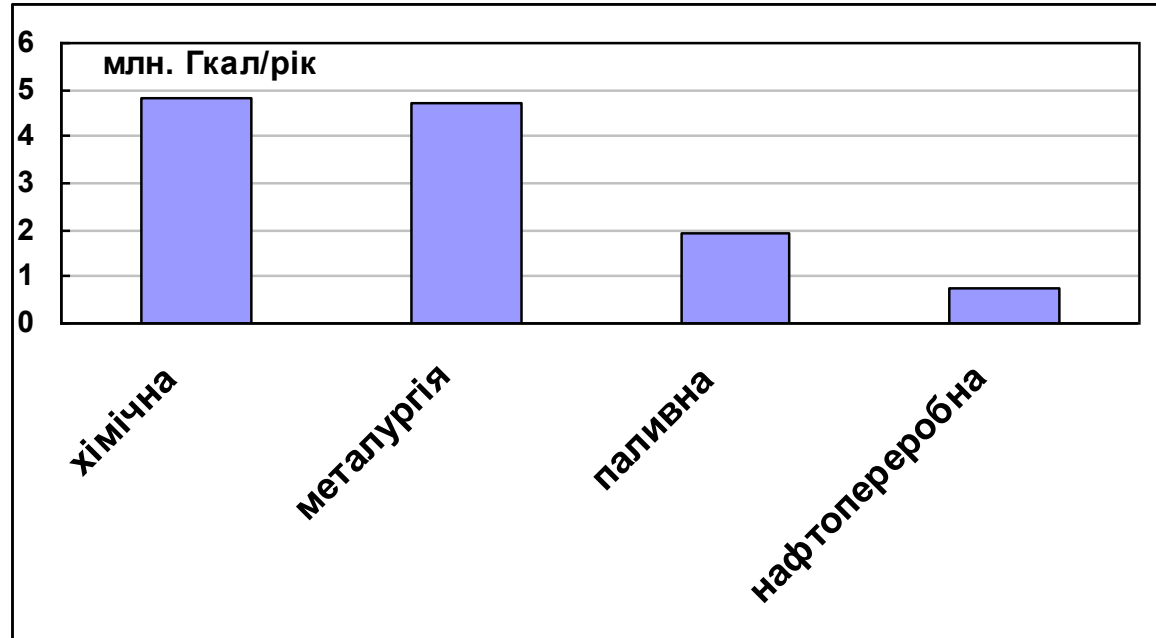
ТВЕР, млн. Гкал/рік	Наявні	Використані	Проект
комбінат ім. Ілліча	5,23	1,16	2,03
комбінат “Азовсталь”	3,19	1,43	1,73
коксхімічний завод	1,66	-	0,80
завод “Азовтяжмаш”	0,3	-	0,17
Всього:	10,38	2,59	4,73

**покриття опалення міста на 75% і повне покриття ГВС протягом року**

# Використання вторинних теплових енергоресурсів в комунальній теплоенергетиці

В 2004 р. було використано 12,3 млн. Гкал ТВЕР (5% від всієї теплової генерації малої теплоенергетики), або 60,5% від їх виходу.

**Сумарний тепловий потенціал ТВЕР - 18–20 млн. Гкал/рік.**



В 2004 р. 661 теплоутилізаційна установка, з них:  
енерготехнологічні установки - 26,  
котли-утилізатори – 379,  
котли сухого гасіння коксу – 10,  
котли охолодження конверторного газу – 10,  
системи випарного охолодження – 111,  
контактні теплообмінники – 92,  
інші установки – 31

## Обсяги вторинних теплових енергоресурсів в металургії

Найменування підприємства, дані на 2004 р.	Обсяги ТВЕР, млн. Гкал/рік
“Криворіжсталь”	7,05
комбінат ім. Ілліча	5,23
“Азовсталь”	3,19
“Запоріжсталь”	3,17
к-т ім. Дзержинського	2,54
Алчевський к-т	2,66
Єнакіївський мет. завод	1,40
завод ім. Петровського	0,85
Донецький мет. завод	0,78
Макіївський к-т	0,52
<b>Всього</b>	<b>27,39</b>



# Перспектива використання ВТЕР, тис. Гкал/рік

	2010 р.		2015 р.	
	Вихід ТВЕР	Можливе використання	Вихід ТВЕР	Можливе використання
Чорна металургія і коксова промисловість	15600	7490-8240	16200	7770-9330
Кольорова металургія	170	81-85	180	85-95
Паливна промисловість	470	330-360	560	390-470
Хімічна і нафто-переробна про-сть	8170	4900-5400	8500	5100-6100
Промисловість будматеріалів	840	670-740	1310	1050-1250
Машинобудування	420	200-230	460	220-265
Інші галузі	875	420-460	1200	580-700
Всього	27355	14741-16220	295090	16140-19350
Економія палива,	2500-2800 тис. т.у.п.		2700-3100 тис. т.у.п.	

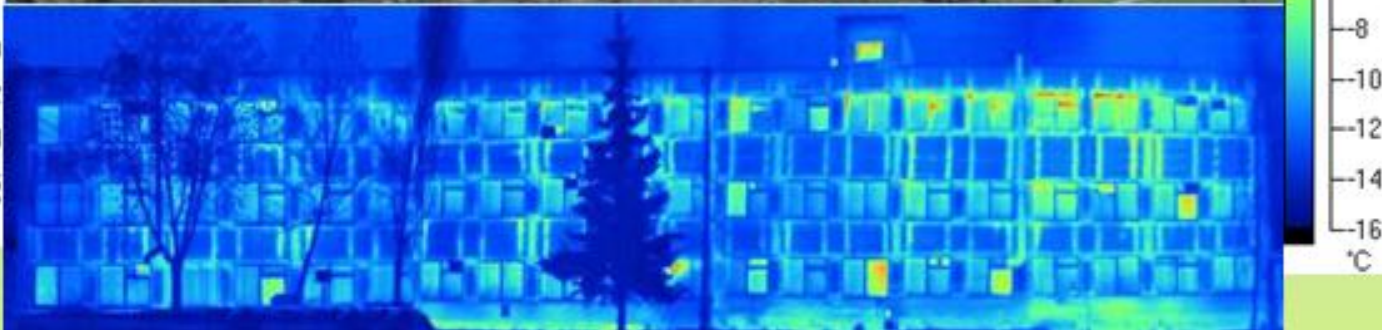
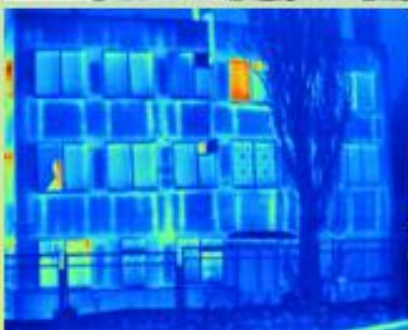
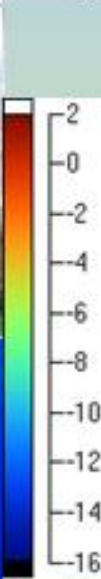
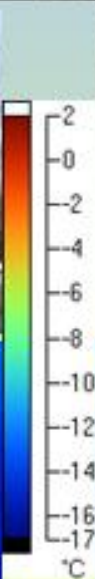
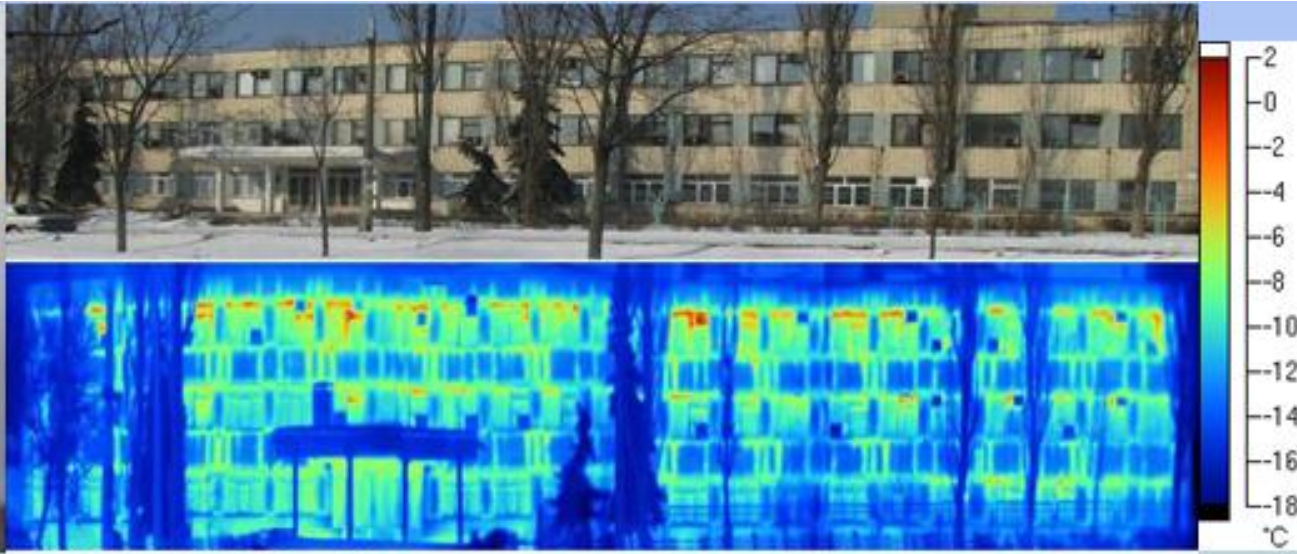
❑ Капіталовкладення – 300...500 грн. на 1 Гкал

❑ В 2010 р. при утилізації ТВЕР зменшаться викиди CO<sub>2</sub> на 4,45 млн. т, СО – 1,6 млн. т і NO<sub>x</sub> –12,0 млн. т.

## 5. Енергоефективність будівель

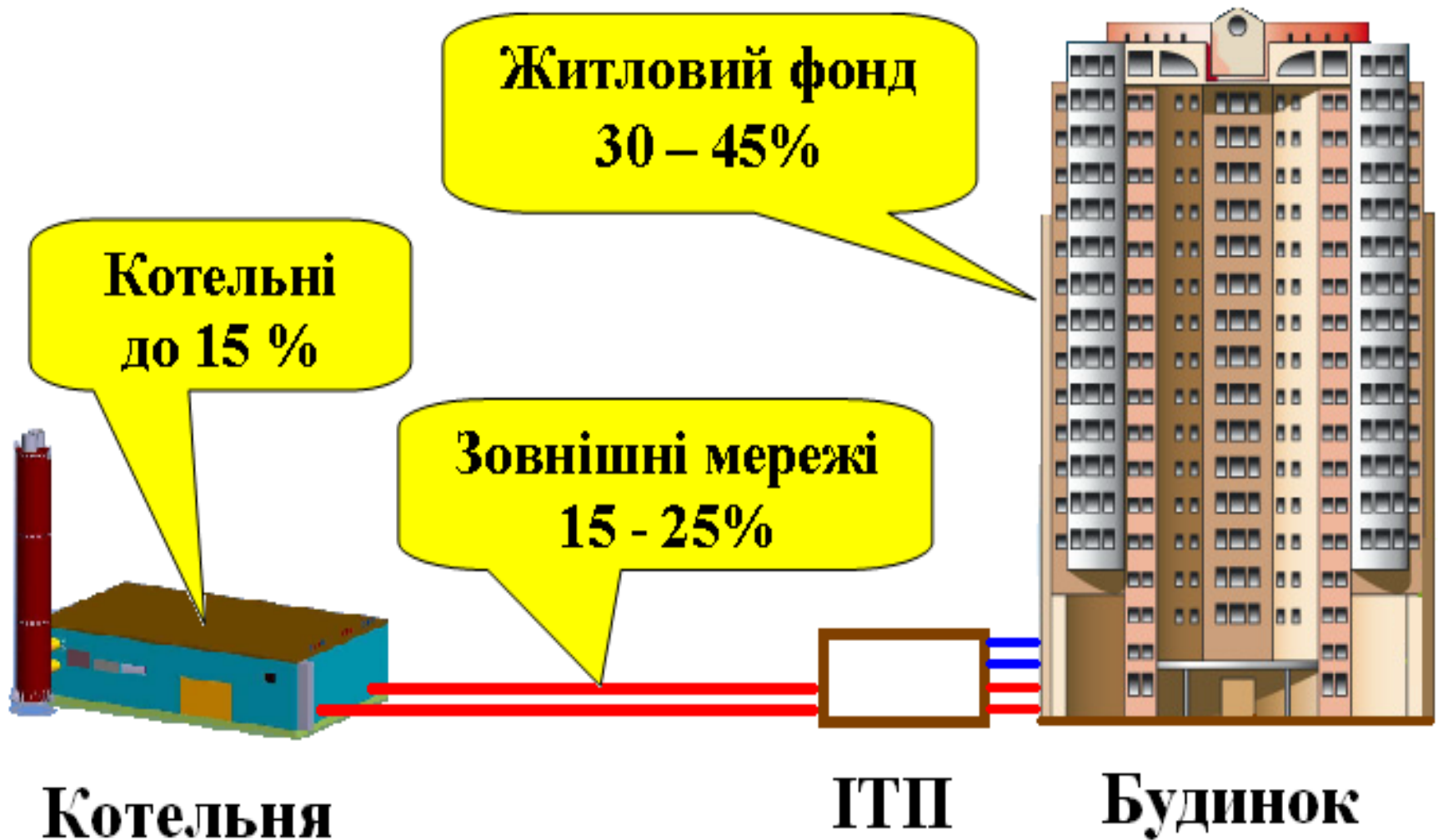
- Термомодернізація будівель
- Створення експериментального високоефективного будинку пасивного типу (загальною площею до 300 кв.м.)

**ТЕПЛОВИЗИОННОЕ ОБСЛЕДОВАНИЕ ВНЕШНИХ ФАСАДОВ  
ЗДАНИЯ КОРПУСА №1 ИТТФ НАН УКРАИНЫ 21 ЯНВАРЯ 2010  
(Г. КИЕВ, УЛ. БУЛАХОВСКОГО 2)**



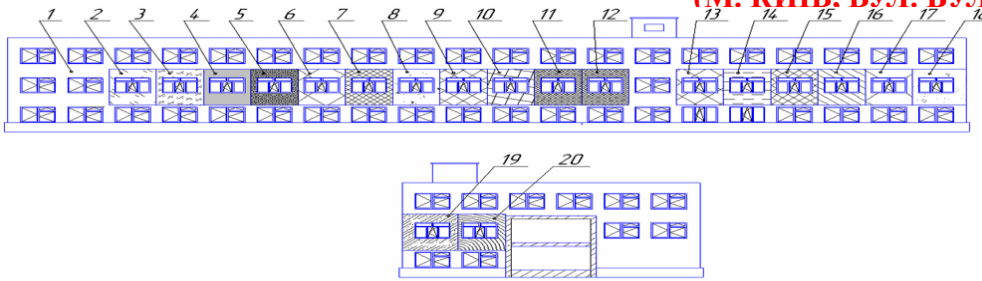
# АНАЛІЗ ВТРАТ ТЕПЛОВОЇ ЕНЕРГІЇ

Зменшення тепловтрат в будівлі на 1% призводить до економії палива на 1,4%

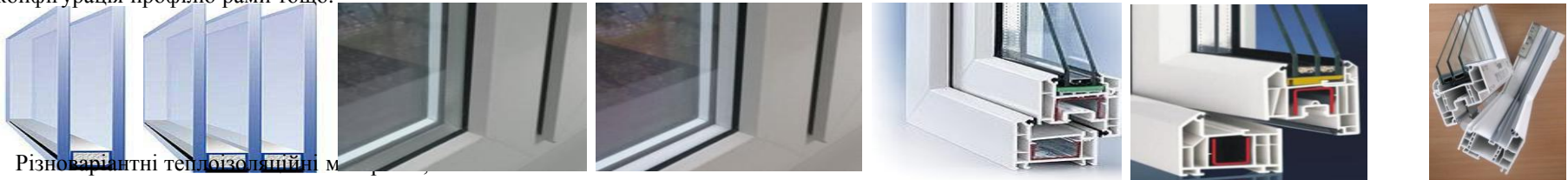


За даними МЖКГ України

# РІЗНОВАРІАНТНА ТЕРМОРЕНОВАЦІЯ ЧАСТИНИ АДМІНІСТРАТИВНОЇ БУДІВЛІ (М. КИЇВ, ВУЛ. БУЛАХОВСЬКОГО 2)



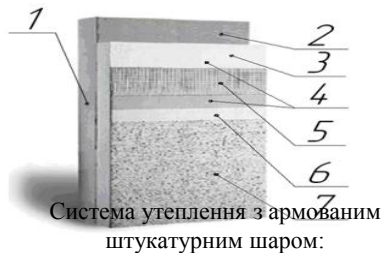
Вибір енергозберігаючих вікон проводиться за принципами: 1) кількість камер в склопакеті; 2) наявність емісійних покриттів та енергозберігаючих плівок на стеклах; 3) використання інертних газів; 4) орієнтація фасаду будинку; 5) товщина скла; 6) тип дистанційної рамки; 7) відстань між стеклами в склопакеті; 8) конфігурація профілю рами тощо.



Різноваріантні теплоізоляційні системи

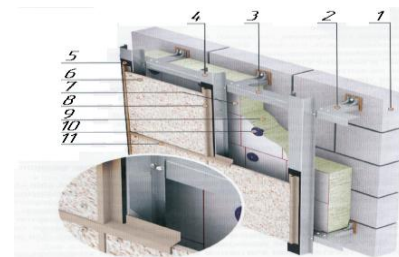
використовують для утеплення зовнішніх огорожувальних конструкцій:

- 1) пінополістирол (різної густини);
- 2) екструзійний пінополістирол;
- 3) скловата (різної густини);
- 4) базальтова вата (різної густини);
- 5) піногазоскло;
- 6) пінополіуретан;
- 7) вермікуліто-перлітова штукатурка;
- 8) теплоізоляційні сендвіч-панелі тощо.



Система утеплення з армованим штукатурним шаром:

- 1 – стіна;
- 2 – клейовий розчин для теплоізоляційного матеріалу;
- 3 – теплоізоляційний матеріал;
- 4 – клейовий розчин для армуючої сітки;
- 5 – армуюча сітка;
- 6 – фарба для ґрунтування;
- 7 – фасадна штукатурка.



повітряним прошарком:

- 1 – стіна;
- 2 – стіновий кронштейн;
- 3 – горизонтальна напрямна;
- 4 – вертикальна напрямна;
- 5 – стрічка для ущільнення;
- 6 – плита облицювальна;
- 7 – плівка вітрозахисна;
- 8 – планка вертикального шва;
- 9 – утеплювач;
- 10 – тарілчастий дюбель;
- 11 – планка горизонтального шва.

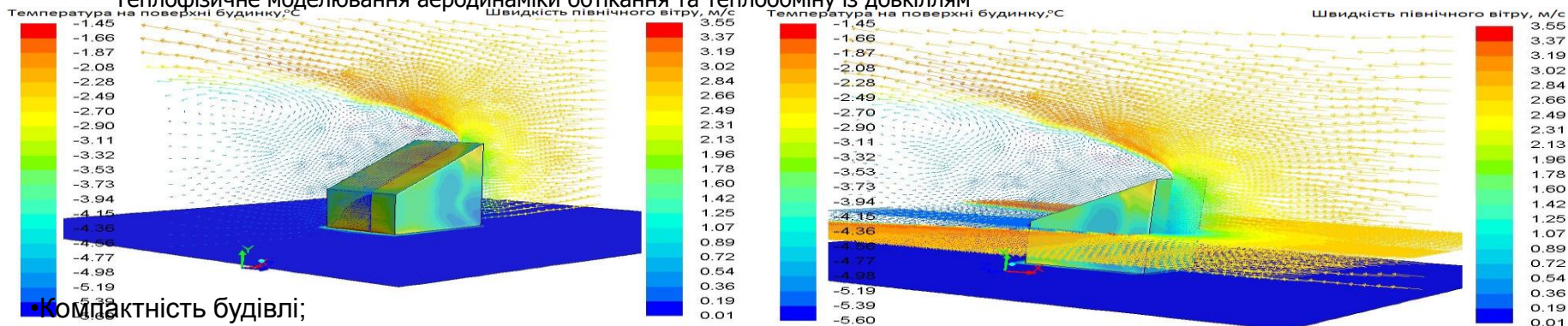
# Проект енергоефективного будинку пасивного типу (ІТТФ НАН України, м. Київ, вул. Булаховського, 2)

В енергоефективному будинку потреба теплоти на опалення складає не більше **40 кВт·годин/м<sup>2</sup>** за рік (показник Німеччини, в Україні – **60...70 кВт·годин/м<sup>2</sup>**), а в будинку пасивного типу – не перевищує **15 кВт·год/м<sup>2</sup>** за рік.

**Мета проекту** - визначення енергетично, економічно та екологічно оптимального комплексу заходів для оптимізації енергоспоживання експериментальної будівлі до рівня будинку пасивного типу



## Теплофізичне моделювання аеродинаміки обтікання та теплообміну із довкіллям



- Компактність будівлі;
- Посилена теплоізоляція;
- Орієнтація на південь та відсутність затінку;
- Виключення наявності “містків холоду”;
- Герметичність будівельної конструкції;
- Енергоефективні вікна та профілі відмінної якості;
- Контрольована вентиляція з рекуперацією тепла;
- Заглиблення в ґрунт;
- Внутрішній матеріал стін - великої теплоємності, зовнішній – малої

**Теплопровідності** менше 40 кВт·год/(м<sup>2</sup>·рік)

Розрахункові значення:

- температура повітря у приміщеннях - 22,0°C

- температура зовнішнього повітря – -5,6°C

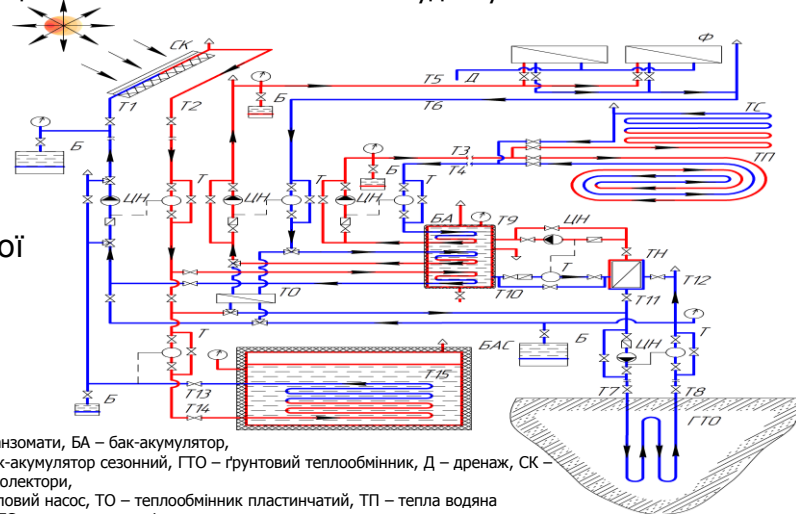
Літнє теплове навантаження на опалювальні прилади (максимальна швидкість північного вітру – 2,6 м/с щільність теплового потоку):

- тепла підлога електрична – 12% (до 30 Вт/м<sup>2</sup>);

- тепла підлога водяна – 25% (до 50 Вт/м<sup>2</sup>);

- тепла стіна водяна – 18% (до 40 Вт/м<sup>2</sup>);

## Принципова схема тепlopостачання будинку



Б – експанзомати, БА – бак-аккумулятор, БАС – бак-аккумулятор сезонний, ГТО – ґрунтовий теплообмінник, Д – дренаж, СК – сонячні колектори, ТН – тепловий насос, ТО – теплообмінник пластинчатий, ТП – тепла водяна підлога, ТС – тепла водяна стіна, ЦН – циркуляційні насоси, Т – термоміри, Ф – фанкойли (повітряні)



# **Регіональна енергетична політика**



**Дякуємо за увагу!**

**ІТТФ НАН України**  
**м. Київ, вул. Булаховського, 2**  
**(044) 424-25-27**  
**[basok@ittf.kiev.ua](mailto:basok@ittf.kiev.ua)**

