

**Программа снижения потребления  
природного газа в системе  
теплоснабжения Запорожья на  
период 2009 – 2018 гг.**

**Переход на долгосрочное  
энергетическое планирование**

*Василий Степаненко*

*ЭСКО “Экологические Системы”, 3 июня, Мисхор*



# **Оценка состояния городской системы теплоснабжения**

- Система централизованного теплоснабжения Запорожья, созданная в период существования государства с централизованной экономикой и низких цен на энергоресурсы перестала быть конкурентоспособной и рентабельной в период рыночной экономики и высоких цен на энергоносители.
- Холодные здания 20-го века породили крайне избыточную инфраструктуру системы централизованного теплоснабжения, которая сама по себе дорого обходится потребителям. Эта система рентабельна только при высоких объёмах потребления тепла (и газа).
- Без технической и энергетической модернизации, без смены монотопливной базы на мультитопливную, без смены хозяйственной модели предприятий тепловых сетей у централизованной системы теплоснабжения Запорожья нет будущего.

# **РЕЗЮМЕ**

- ***В период 2009 – 2018 гг. рост цен на природный газ приводит к глубокому кризису городских систем теплоснабжения на основе газовых котельных.***
- ***Вероятный период развития кризиса – 2011 - 2012 гг.  
Основные параметры начала кризиса - стоимость 1 Гкал – 650-750 гривен, неплатежи населения – 50-60% от объёмов требуемых платежей.***
- ***В начале 21 века с ростом цен на газ в Украине впервые создались предпосылки для экономически обоснованной массовой модернизации городских многоэтажных зданий с полным обновлением их внешнего вида, заменой оконных и дверных проёмов, снижением теплопотерь в среднем на 65% от существующих сегодня уровней.***
- ***Одновременно, дорожающий газ и прогресс новых технологий производства тепла создали необходимость полной реконструкции существующих систем теплоснабжения с заменой природного газа местными источниками топлива и энергии.***

# Прогноз подорожания природного газа и электроэнергии для Украины

оптимистический сценарий



—♦— Тариф на электроэнергию, 1 кл.

—■— Цена газа (на границе с Россией)

—▲— Тариф на тепловую энергию, Гкал

## **ПРОГНОЗ**

**Ожидаемый рост тарифов до 2018 года:**

- **На электроэнергию – 250%**
- **На природный газ – 560%**
- **На тепловую энергию – 450%**

**Среднее увеличение бюджетных ассигнований на энергоснабжение школ, больниц, детских садов в период 2009 – 2016 гг. составит 450 - 500%.**

**Основная угроза кроется в неспособности населения и бюджетов оплачивать непрерывный рост тарифов на тепловую энергию. Кассовый разрыв в платежах за газ (за тепло) по Запорожью составит более 400 миллионов гривен уже в 2011 году (при цене газа 400 долларов). К 2016 году этот дефицит вырастает до 0.8 - 1 миллиарда гривен за год.**



# Выводы

- **Для систем теплоснабжения города на основе крупных газовых котельных нет будущего.**
- **Для предотвращения кризиса необходимо реализовать крупные программы **снижения потребности в тепловой энергии в 2-3 раза**, прежде всего, программы термомодернизации зданий. Потенциал снижения потребности в тепле программ термомодернизации зданий – 35%.**
- **Значительным источником топлива для города является биотопливо, в том числе гранулированное топливо, древесные отходы и мусор, потенциал замещения природного газа – 12 %.**
- **Значительными источниками энергии являются тепло сточных вод и систем вентиляции, промышленное сбросное тепло и энергия промышленных газов, потенциал замещения – 20%.**

# Перевод города с монотопливной схемы теплоснабжения на мультитопливную



# Схема теплоснабжения Запорожья



# Снижение сбыта горячей воды централизованного приготовления



# Программа замещения природного газа

*Программа модернизации системы теплоснабжения Запорожья, должна включать 3 базовых программы - направления:*

- *Замещение природного газа промышленными газами, мусором, биомассой и электроэнергией.*
- *Утилизация муниципального и промышленного сбросного тепла и энергии промышленных газов.*
- *Термомодернизация жилых и бюджетных зданий со снижением потребления тепла в 3 раза от существующих уровней.*

*Ориентировочная оценка объёмов финансирования, для частичной термомодернизации зданий бюджетной сферы и зданий местных советов – 8.8 миллиарда гривен, для модернизации систем теплоснабжения – 4.8 миллиарда гривен.*

# **Программа снижения потребления природного газа в системе теплоснабжения г. Запорожья на период 2009-2019 гг.**

- **Малозатратные быстрокупаемые проекты**
- **Капиталоёмкость - 85,17млн. гривен,**
- **Снижение потребления газа - 38,8 млн.м.куб или 11% от потребления**
- **Среднесрочные проекты**
- **Капиталоёмкость – 1 914 млн. гривен,**
- **Снижение потребления газа - 46,7 млн.м.куб или 13.3% от потребления**
- **Перспективные капиталоемкие проекты**
- **Капиталоёмкость – 11 435 млн. гривен,**
- **Снижение потребления газа - 153 млн.м.куб или 43.7% от потребления**



## Малозатратные быстроокупаемые проекты

| № пп          | Наименование мероприятия   | Источники финансирования                             | Капвложения * млн.грн | Источник погашения, срок  | Срок окупаемости, лет | Срок реализации | Снижение потребления газа, млн.м.куб |
|---------------|--|--|-----------------------|---------------------------|-----------------------|-----------------|--------------------------------------|
| 1             | Система теплоснабжения Орджоникидзевского, Жовтневого районов г. Запорожья - реконструкция (тепло промплощадки)                                      | госбюджет (субвенции)<br>местный бюджет              | 19,26                 | снижение с/стоимости      | 5,0                   | 2009 год        | 17,0<br>4%                           |
| 2             | Реконструкция котельной по ул. Военстрой с установкой котлов на биотопливе (древесная щепа)  | собственные средства<br>тепловых сетей               | 1,01                  | снижение с/стоимости      | 3,0                   | 2009 год        | 0,6<br>0,17%                         |
| 3             | Оснащение тепловых вводов жилых домов регуляторами теплового потока (37% общего фонда - 1300 вводов)   | Госбюджет (субвенции)<br>Местный бюджет              | 20,0                  | экономия тепловой энергии | 4,0                   | 2009-2011       | 5,0<br>1,5%                          |
| 4             | Оснащение тепловых вводов объектов бюджетной сферы регуляторами теплового потока - 612 вводов: госбюджет - 177, облбюджет - 93, местный бюджет - 342 | госбюджет (субвенции)<br>облбюджет<br>местный бюджет | 9,5                   | экономия тепловой энергии | 4,0                   | 2009-2011       | 2,2<br>0,6%                          |
| 5             | Котельные г. Запорожья - модернизация с установкой теплоутилизаторов за котлами ПТВМ-30 (16 котлов)  | госбюджет (субвенции)                                | 14,4                  | снижение с/стоимости      | 1,0                   | 2009 год        | 7,0<br>2,0%                          |
| 6             | Использование вторичного тепла промпредприятий для горячего водоснабжения Заводского района  | Собственник промпредприятия,<br>Местный бюджет       | 21,0                  | снижение с/стоимости      | 6,0                   | 2009-2012       | 7,0<br>2,0%                          |
| <b>ИТОГО:</b> |  |  | <b>85,17</b>          |                           |                       |                 | <b>38,8<br/>11%</b>                  |

## Среднесрочные проекты

|               |   |  |                       |                                   |      |           |  |
|---------------|---|--|-----------------------|-----------------------------------|------|-----------|--|
| 1             | Газопоршневые когенерационные установки на котельных города   | кредит ЕБРР, погашение процентов из госбюджета       | 12,0 (€)<br>144,0 грн | снижение с/стоимости 9 лет        | 5,0  | 2009-2010 | на генерации электроэнергии                    |
| 2             | Перевод горячего водоснабжения жилых домов на ночную электроэнергию (28% общего фонда - 1000 домов)   | Внешние займы<br>Погашение процентов из госбюджета   | 750,0                 | снижение с/стоимости 13,0 лет     | 7,0  | 2009-2119 | 20,0<br>5,7%                                   |
| 3             | Перевод горячего водоснабжения бюджетной сферы на ночную электроэнергию - 612 объектов: госбюджет - 177, облбюджет - 93, местный бюджет - 342 | госбюджет (субвенции)<br>облбюджет<br>местный бюджет | 297,0                 | экономия бюджетных средств 10 лет | 7,0  | 2009-2015 | 6,6 - в целом<br>2%<br>3,5 - по городу<br>1,0% |
| 4             | Использование тепла канализационных стоков на ЦОС-1 и ЦОС-2 для горячего водоснабжения (тепловые насосы 30,0-10,0 Гкал/час)                   | Внешние займы<br>погашение процентов из госбюджета   | 721,5                 | снижение с/стоимости 15,0 лет     | 10,0 | 2009-2015 | 20,0<br>6,0%                                   |
| 5             | Установка гелиоколлектора на котельной о. Хортица для горячего водоснабжения потребителей   | Грант Украине на альтернативные виды топлива         | 2,21                  | Киотское соглашение               | 30,0 | 2009-2013 | 0,1<br>0,02%                                   |
| <b>ИТОГО:</b> |   |  | 1914,71               |                                   |      |           | 46,7<br>13,3%                                  |

# Перспективные капиталоемкие проекты

|               |   |  |                 |                                     |      |           |                        |
|---------------|---|--|-----------------|-------------------------------------|------|-----------|------------------------|
| 1             | Теплоснабжение правобережной части города от Запорожской атомной станции  | Госбюджет  | 2037,0          | разница тарифов                     | 8,0  | 2009-2015 | 55,0<br>15%            |
| 2             | Использование тепла оборотных циклов к-та "Запорожсталь" для теплоснабжения Орджоникидзевского района (тепловые насосы) (40 Гкал/час) | Средства собственников                           | 740,0           | снижение стоимости                  | 15,0 | 2009-2015 | 23,0<br>7,0%           |
| 3             | Термомодернизация объектов бюджетной сферы (частичная)  | Кредит ЕБРР погашение процентов из госбюджета    | 530,0           | экономия бюджетных средств 15,0 лет | 10,0 | 2009-2017 | 15,0<br>4,2%           |
| 4             | Термомодернизация жилых домов местных советов (частичная)   | за счет перераспределения бюджетных средств - 8% | 8128,0          | экономия тепловой энергии           | 15,0 | 2009-2019 | 60,0<br>17,0%          |
| ИТОГО:        |   |  | 11435,0         |                                     |      |           | 153,0<br>43,7%         |
| <b>ВСЕГО:</b> |   |  | <b>13434,92</b> |                                     |      |           | <b>238,5<br/>68,1%</b> |

# ВИКОРИСТАННЯ ВТОРИННИХ ТЕПЛОВИХ РЕСУРСІВ ПРОМИСЛОВИХ ПІДПРИЄМСТВ ДЛЯ ПОТРЕБ МІСТА

## «КОНЦЕРН -МІСЬКІ ТЕПЛОВІ МЕРЕЖІ»

### ЗАЛУЧЕННЯ ВТОРИННОГО ТЕПЛА ВАТ «ЗАПОРІЖСТАЛЬ» ДЛЯ ПОТРЕБ МІСТА

Скорочення споживання природного газу в міському господарстві м. Запоріжжя за рахунок використання надлишкових вторинних теплових ресурсів великих промислових підприємств міста – є одним з пріоритетних напрямків загальноміської програми енергозбереження.

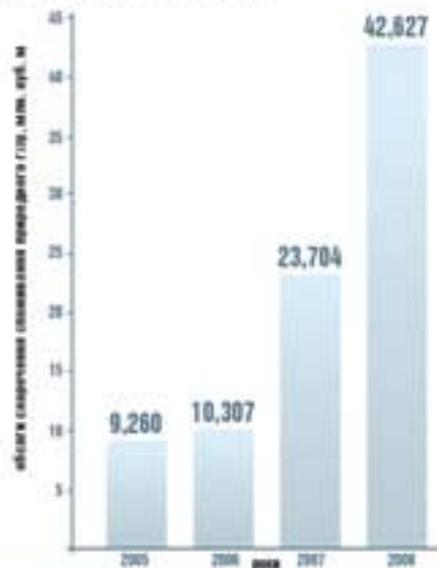
На протязі вже декількох років міська влада м. Запоріжжя активно працює над реалізацією проекту по залученню надлишків вторинних енергоресурсів промислових підприємств (промислові газу, низькотемпературної теплоти вод екологічного металургійного устаткування і т.д.) на потреби парного водопостачання та опалення міста. В цьому напрямку розглядаються зокрема численні можливості таких підприємств-партнерів, як металургійний комбінат «Запоріжсталь», коксохімічний та феросплавний заводи.

В 2005 році спільними зусиллями фахівців ВАТ «Меткомбіат» «Запоріжсталь» і Концерну розроблено і впроваджено комплексний енергозберігаючий проект, завдяки якому теплова енергія, яка отримувється при спаленні надлишкового доменного газу в ТЕЦ комбінату, спрямовується на потреби парного водопостачання двох районів міста. Для цього на протязі 2004 – початку 2005 років комбінатом було збудовано спеціальний теплопровід (довжиною понад 1200 м) від ТЕЦ до найбільш теплової кохери міської теплової мережі. Це дозволило вже в перший рік експлуатації теплопроводу не спалити котельними Концерну майже 9 млн. куб. м природного газу і додатково зекономити 200 тис. грн.

У 2007-2008 рр. планується значно розширити обсяги використання вторинних теплових ресурсів комбінату «Запоріжсталь» для забезпечення парною водою не тільки Заводського та Жительного районів, а також житловий «Піддень» в Концерному районі міста. Виконання цього заходу дасть змогу забезпечити парником дешевшою тепловою енергією більшу частину населеного міста.



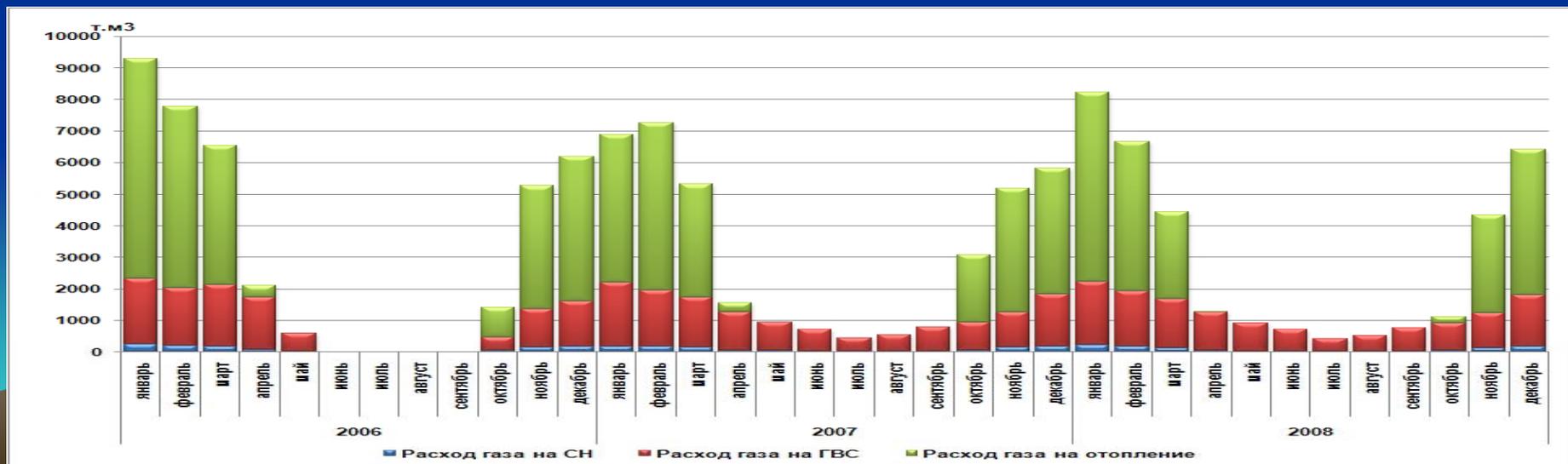
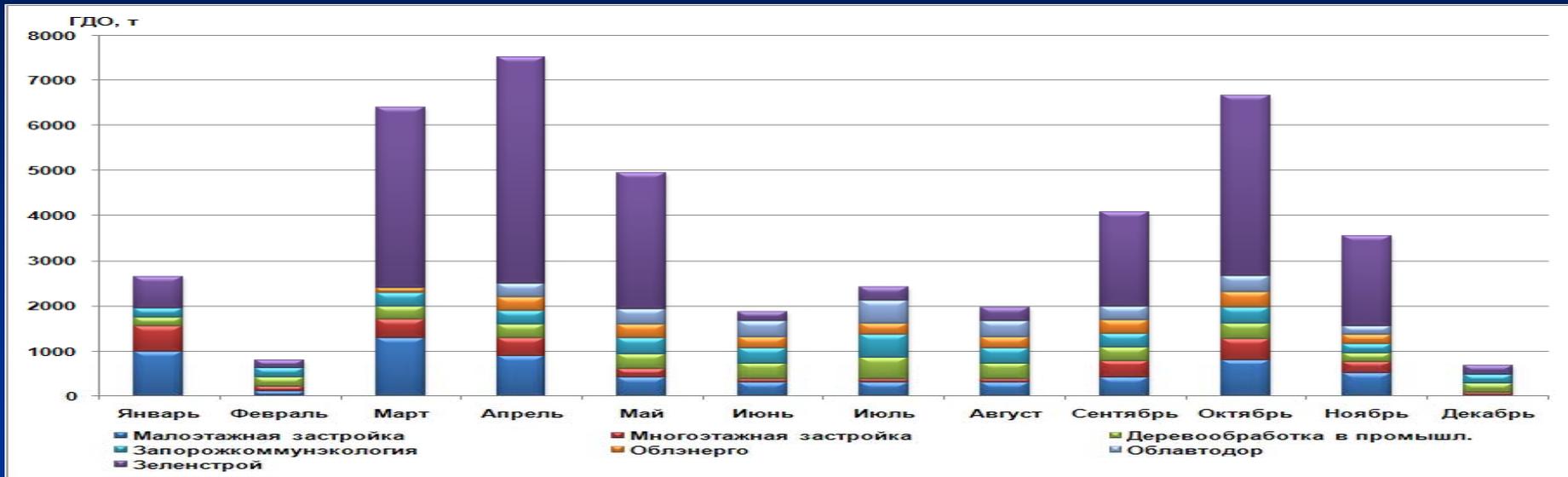
### СКОРОЧЕННЯ СПОЖИВАННЯ ПРИРОДНОГО ГАЗУ НА ГАРЯЧЕ ВОДОПОСТАЧАННЯ ЖИТЛОВО-ПОБУТОВОЇ ТА СОЦІАЛЬНОЇ СФЕРИ МІСТА ЗА РАХУНОК ВИКОРИСТАННЯ ВТОРИННОГО ТЕПЛА ВІД ВАТ «ЗАПОРІЖСТАЛЬ»



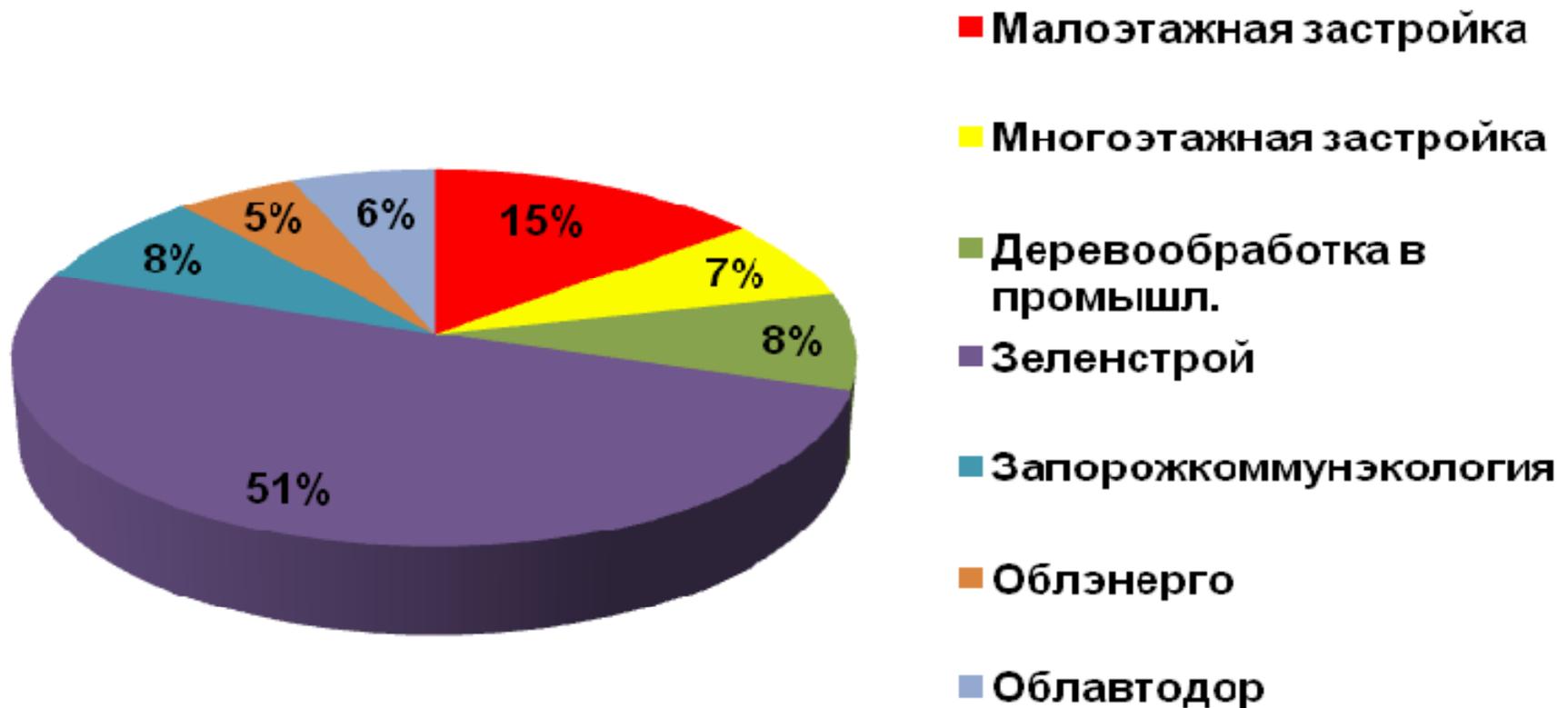
### ДІЮЧА ТА ПЕРСПЕКТИВНА СХЕМИ ПЕРЕДАЧІ ТЕПЛА ВІД ТЕЦ ВАТ «ЗАПОРІЖСТАЛЬ» В РАЙОНІ МІСТА



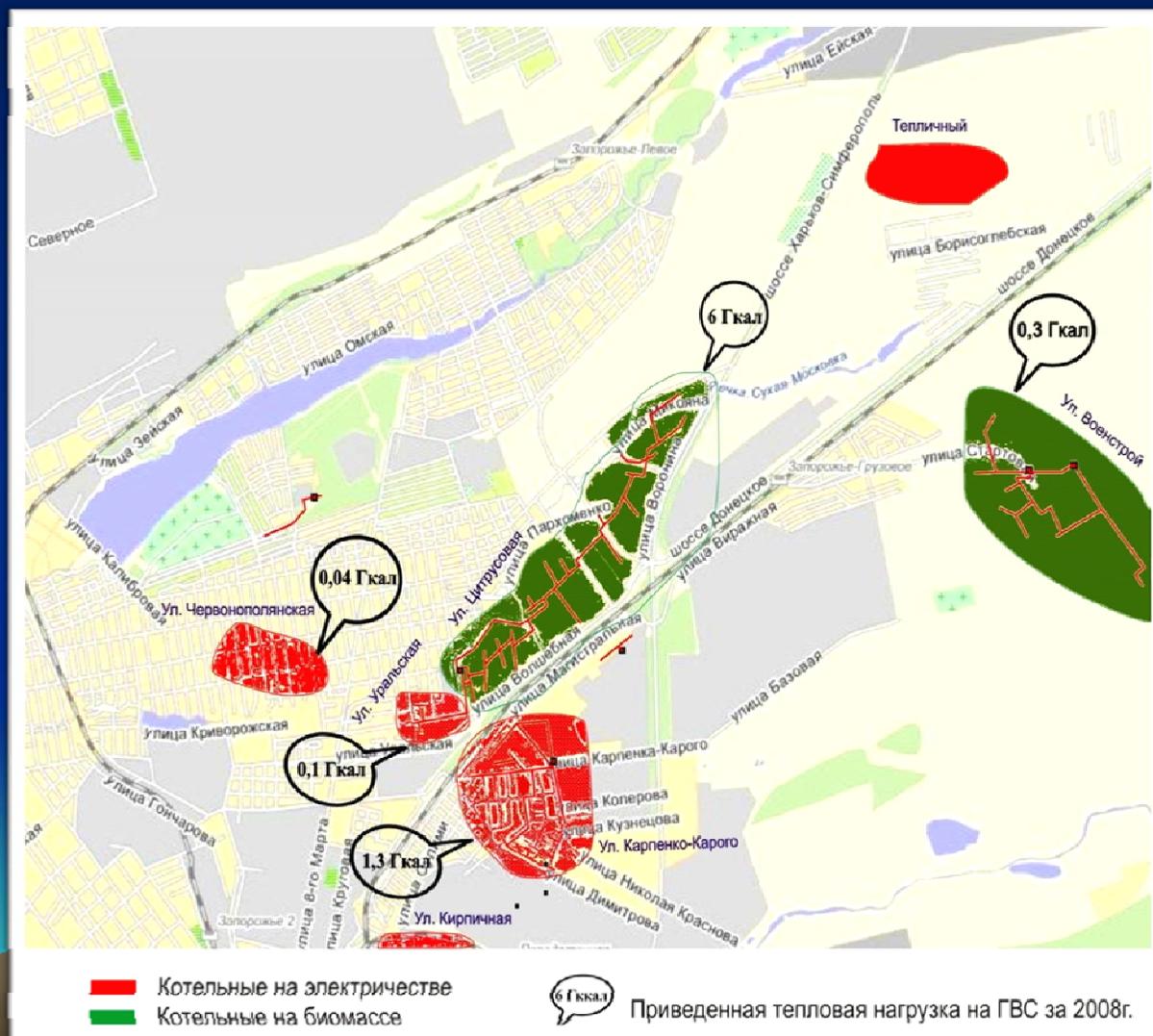
# Перевод Шевченковского района на биотопливо и электроэнергию



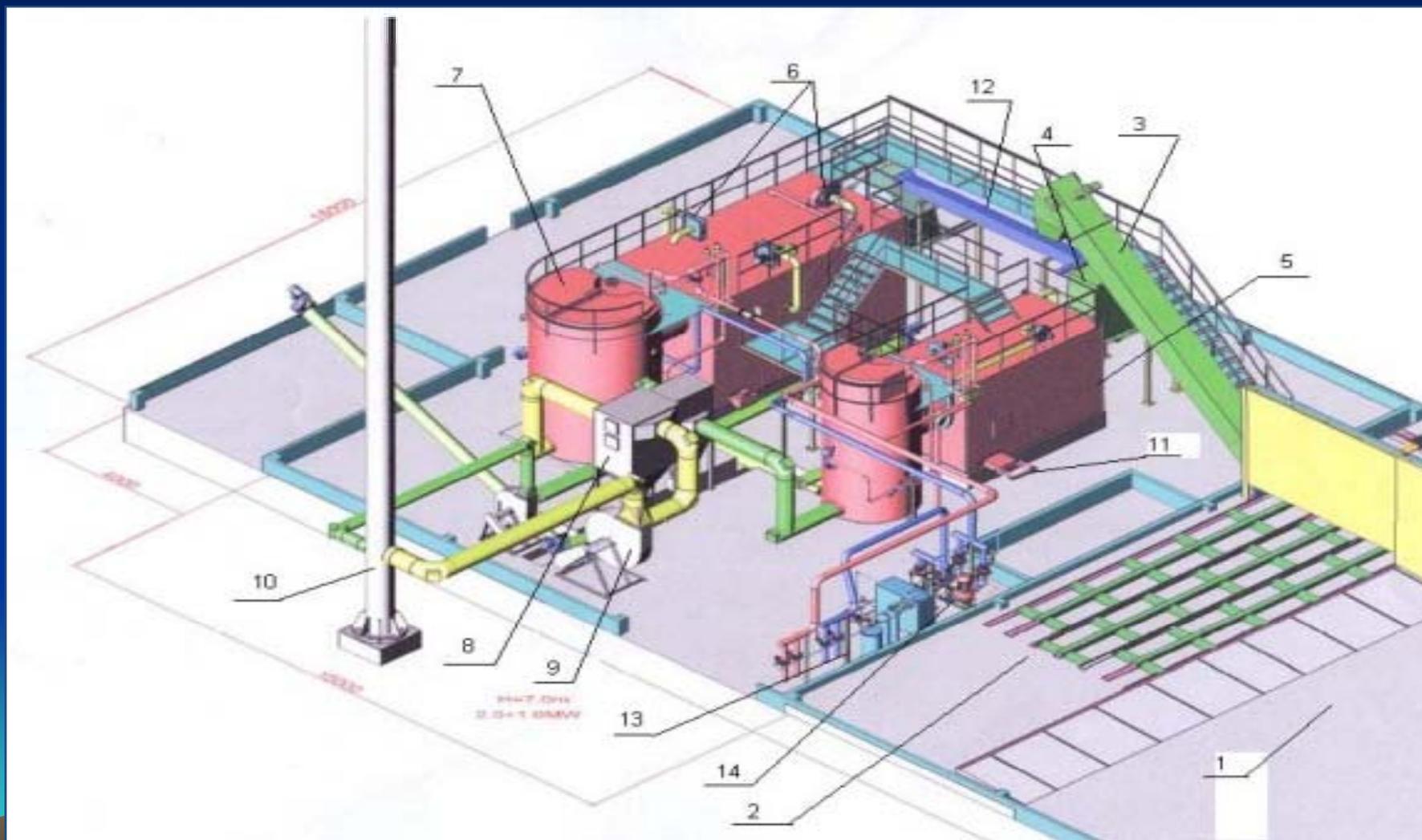
# Перевод Шевченковского района на биотопливо и электроэнергию



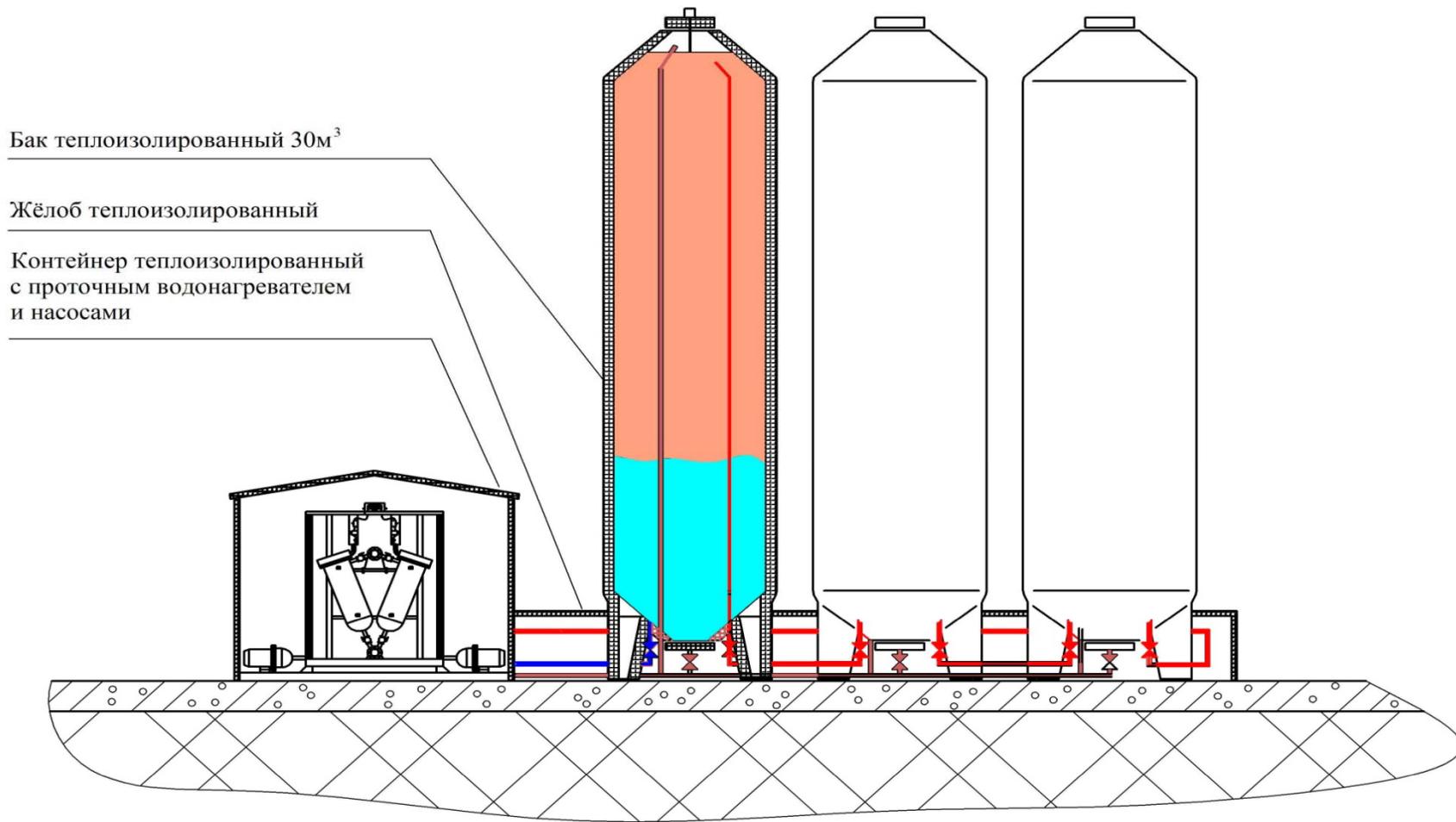
# Перевод ГВС Шевченковского района на биомассу и электроэнергию



# Котлы на биотопливе



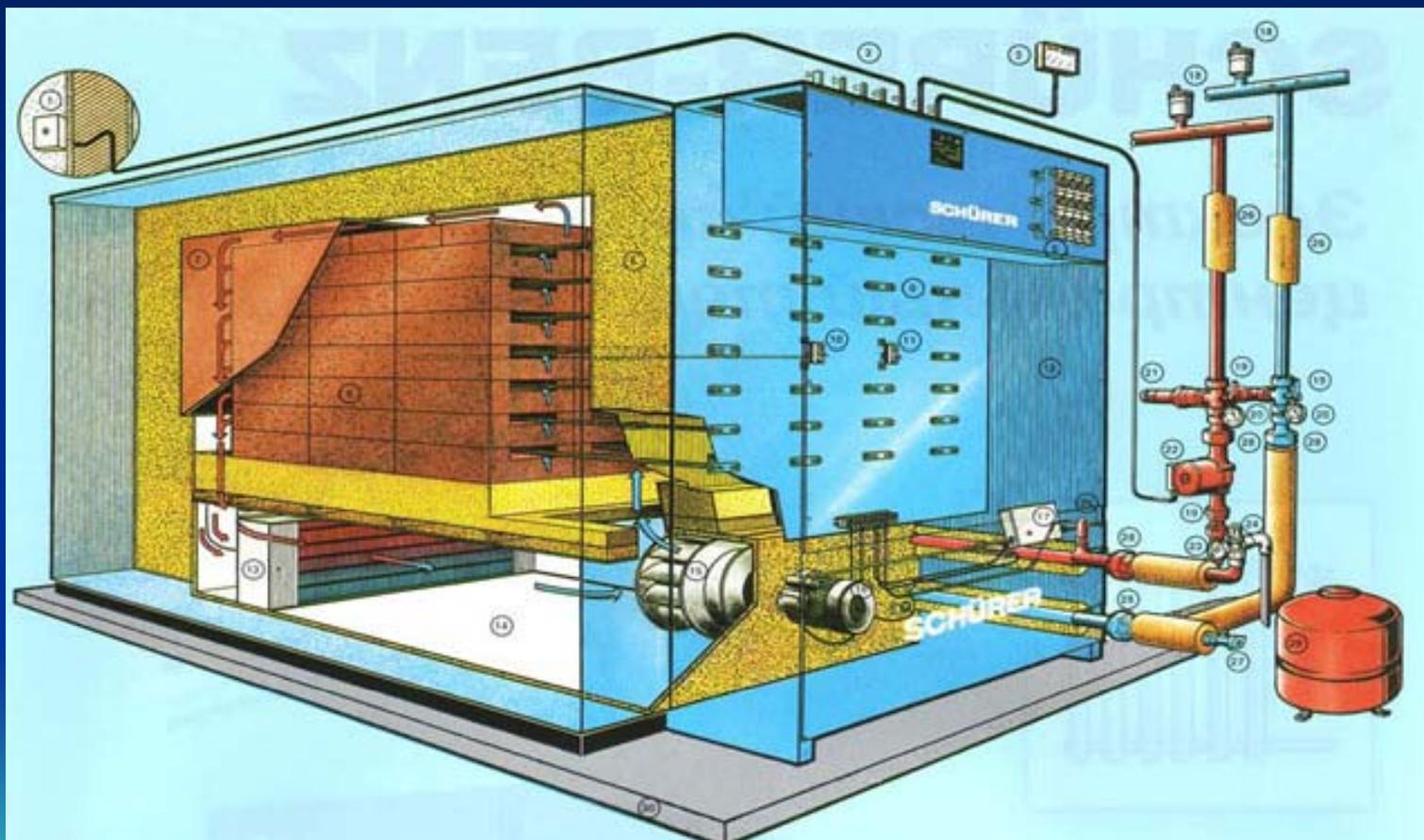
# Крупная водонагревательная установка для микрорайона



# **УСТАНОВКА ГОРЯЧЕГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ (УГВЭ) /СРЕДНЕГАБАРИТНАЯ/**



# Замещение природного газа ночной электроэнергией



## **Перевод горячего водоснабжения жилых домов на ночную электроэнергию (28% от общего фонда - 1000 домов)**

- *Применение дифференцированного по времени суток тарифа на электроэнергию позволяет закупать ее с 23 часов до 6-7 часов по цене 25% от среднего тарифа. Т.е. при тарифе на январь 0,7 грн/кВт ч ночной тариф – 0,175 грн/кВт ч.*
- *Расчетной свободной мощности в ночное время по каждой квартире в 2 кВт достаточно для получения круглосуточно горячей воды без реконструкции системы электроснабжения дома.*
- *Схема предусматривает электродкотлы и баки-накопители на каждый дом или подъезд (секцию), автоматизированную систему управления.*
- **Затраты на внедрение - 750,0 млн. грн, срок окупаемости до 7 лет, снижение потребления газа 20,0 млн.м<sup>3</sup> в год.**



# **Перевод горячего водоснабжения бюджетной сферы на ночную электроэнергию**

- **Всего – 612 объектов, из них: госбюджет – 177, областной бюджет – 93, местный бюджет – 342.**
- **Схема применения дифференцированного тарифа адаптирована к объемам и времени потребления горячей воды согласно специфики объекта.**
- **Затраты на внедрение 297,0 млн. грн, срок окупаемости до 7 лет, снижение потребления газа 6,6 млн.м<sup>3</sup> в год.**



# ПІДВИЩЕННЯ ККД ВОДОГРІЙНИХ КОТЛІВ ТИПУ ПТВМ-30М ЗА РАХУНОК УТИЛІЗАЦІЇ ТЕПЛОТИ ВІДХІДНИХ ГАЗІВ

## КОНЦЕРН - МІСЬКІ ТЕПЛОВІ МЕРЕЖІ-

### ТЕПЛОУТИЛИЗАТОР ДЛЯ КОТЛА ПТВМ-30М

В котельні концерну «Міські теплові мережі» здійснюється в експлуатації і частково в резерві 20 газопаливних котлів типу ПТВМ-30М (КВ-ГМ-30-150М) з сумарною тепловою потужністю блкв 8140 МВт.

ККД котла ПТВМ-30М (при їх роботі в номінальному режимі) складає 90,2-92%, максимальна температура відхідних газів досягає 200°C. На ці котли припадає від 30 до 34% річного споживання природного газу Концерном. Впровадження систем утилізації теплоти відхідних газів на котлах типу ПТВМ-30М для зменшення витрат природного газу, що може скласти 8-14%.

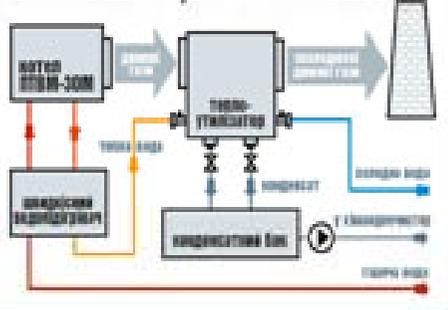
По технічному завданню Концерну відомому ВАТ АК «ПІВДЕНТРАНСЕНЕРГО» та спеціалізованій конструкторській фірмі «ІНТЕРЕНЕРГО» було розроблено документально на виготовлення, монтаж та введення в експлуатацію нової теплоутилізаційної установки до котла ПТВМ-30М. Плановий зрок теплоутилізатора (ТУ) встановлено в центральній котельні Корняківського району м. Запоріжжя в листопад 2006 року.

Переваги нової теплоутилізатора: зменшені капітальні витрати, забезпечення високої економічності, дуже низький ступінь шумності, порівняно невеликі габарити, робота майже в сухому режимі з утворенням невеликої обсяги конденсату, забезпечення надійної експлуатації димової труби.

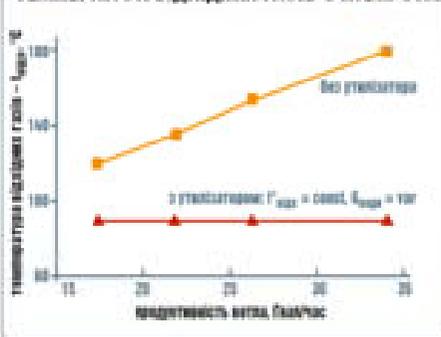
Загальний вигляд теплоутилізатора без корпусу для котла ПТВМ-30М, який встановлено в котельні по вул. Запорізьська, 3



### СХЕМА КОТЛА ПТВМ-30М З ТЕПЛОУТИЛІЗАЦІЙНОЮ УСТАНОВОЮ



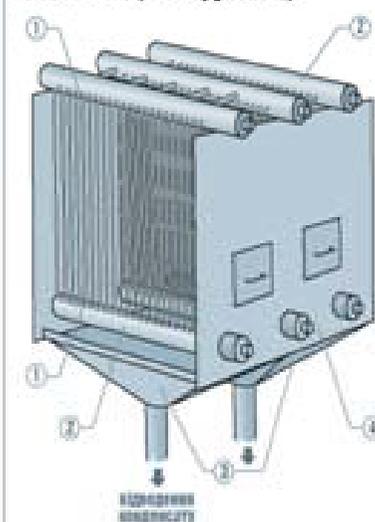
### ТЕМПЕРАТУРА ВІДХІДНИХ ГАЗІВ З ПТВМ-30М



### ТЕХНІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ТЕПЛОУТИЛИЗАТОРА ДО КОТЛА ПТВМ-30М

|  |          |              |
|--|----------|--------------|
| теплова продуктивність номінальна            | Гкал/год | 24...25      |
| об'ємний коефіцієнт використання палива      | %        | 810...80     |
| температура димових газів на виході ТУ       | °C       | 120...200    |
| температура димових газів на виході ТУ       | °C       | 70...80      |
| максимальний витрата димових газів ТУ        | м³/год   | 20           |
| частка димових газів, які пропускає котел ТУ | %        | 98...100     |
| максимальний об'єм конденсату                | л/год    | 0,15...0,27  |
| температура води на виході ТУ                | °C       | 2...22...60  |
| температура води на виході ТУ                | °C       | 20...60...70 |
| максимальний витрата води                    | м³/год   | 1,50 (170)   |
| струм опору ТУ, на виході                    | мм       | 0,100        |
| висота ТУ                                    | т        | 0,2...0,3    |

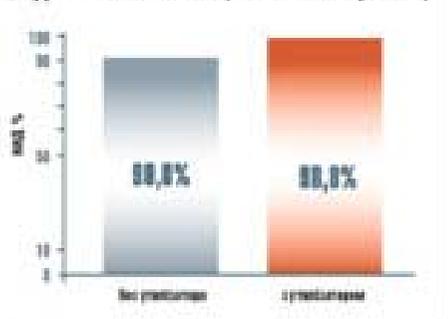
### ЗАГАЛЬНИЙ ВИГЛЯД ТЕПЛОУТИЛИЗАТОРА ДО КОТЛА ПТВМ-30М (конструктив 2)



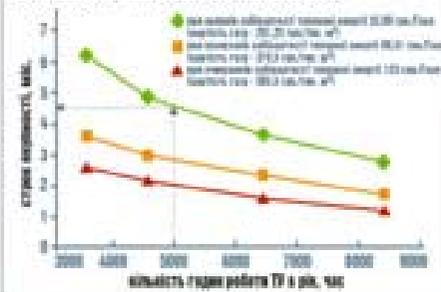
вадний та вихідний газопровід на виході зверху  
краща частина теплоутилізатора у вигляді з'єднати

1 - трубовий пучок  
2 - вадний колектор  
3 - конденсатозбірник  
4 - утилізаційний напір

### ККД КОТЛА ПТВМ-30М (номінальний режим)



### РОЗРАХУНКОВІ СТРОНИ ОКУПНОСТІ ВИТРАТ НА ВСТАНОВЛЕННЯ ТЕПЛОУТИЛИЗАТОРА



### ОЧІКУЄМІ РЕЗУЛЬТАТИ ВІД ВПРОВАДЖЕННЯ ТЕПЛОУТИЛИЗАТОРА ДЛЯ КОТЛА ПТВМ-30М

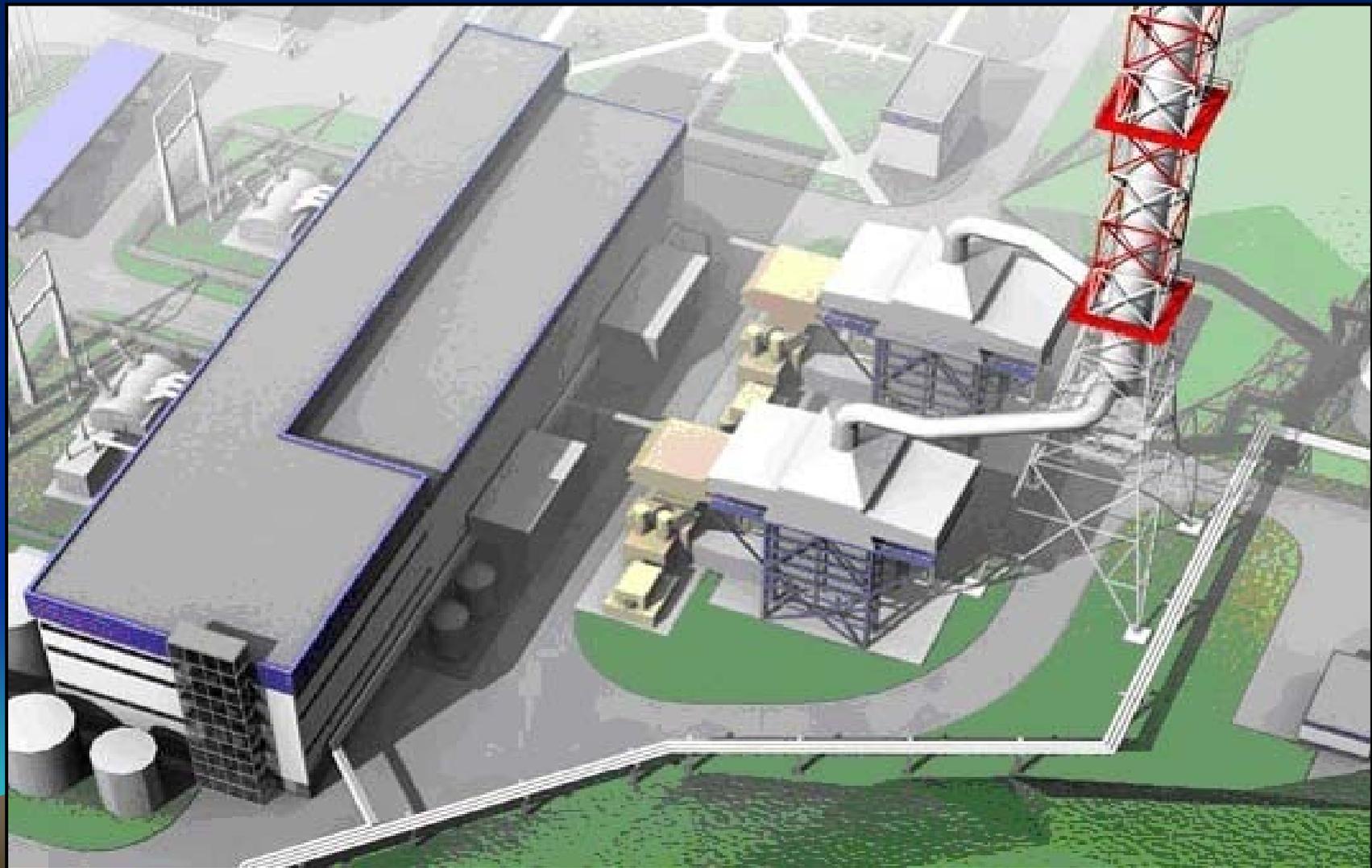
- підвищення ефективності використання палива на 0,10...10%
- витрати на газ зменшують на 8...10% при роботі ТУ
- зменшення витрат природного газу (при використанні теплоутилізатора з ТУ при:
 

|                          |                  |
|--------------------------|------------------|
| 1-3000 год (1224 т газу) | 1,8...2,0 млн м³ |
| 1-6000 год (2448 т газу) | 3,6...4,0 млн м³ |
- зменшення витрат на конденсат при роботі ТУ при:
 

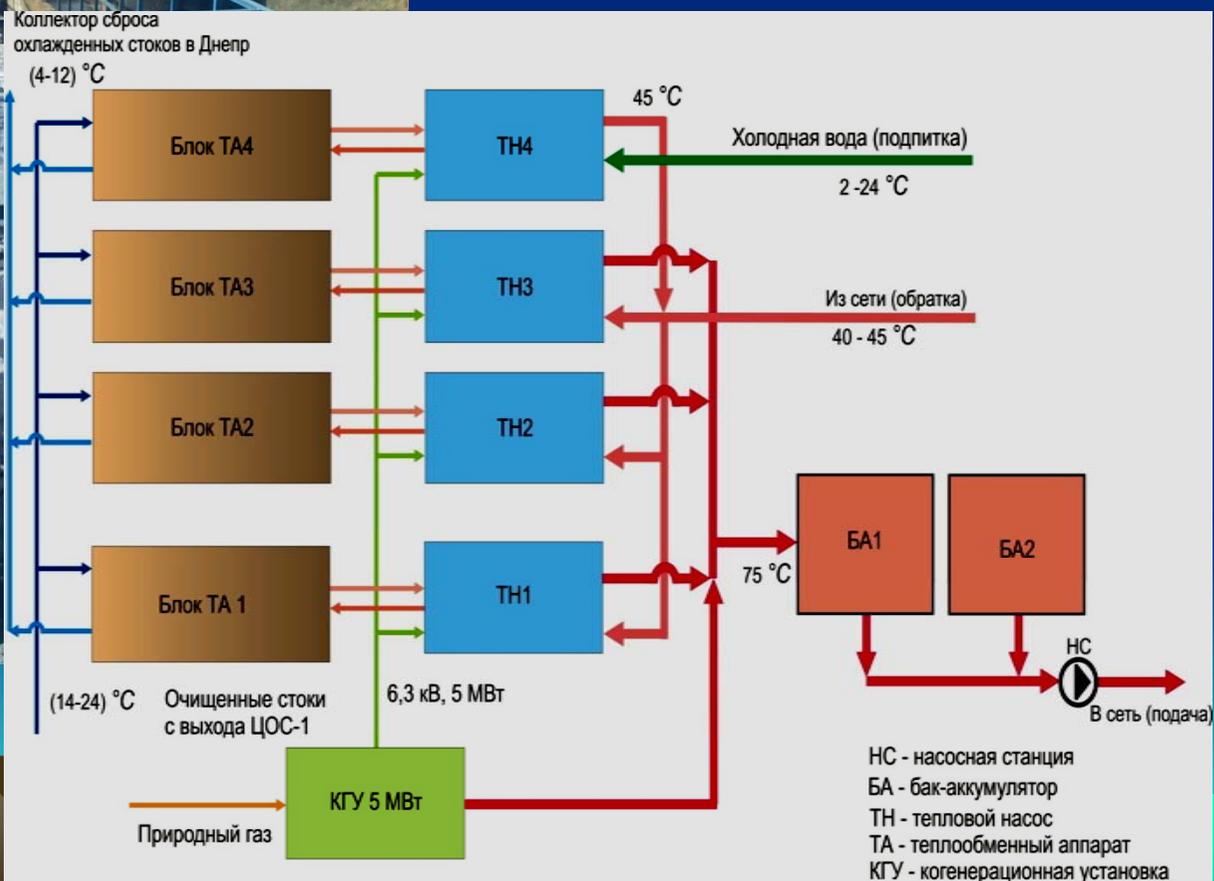
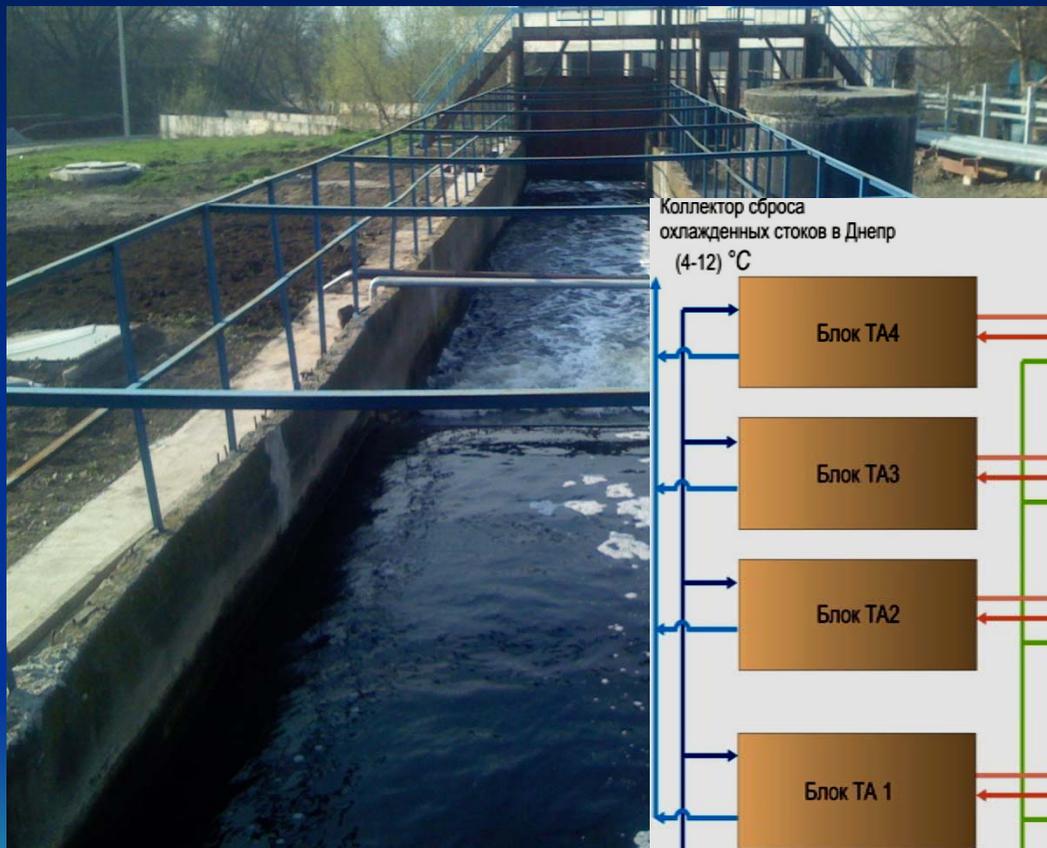
|                              |           |
|------------------------------|-----------|
| 1-3000 год, та С=100,0 т/год | 1,2 млн т |
| 1-6000 год, та С=125,0 т/год | 1,7 млн т |
| 1-9000 год, та С=150,0 т/год | 2 млн т   |
- струм опору ТУ: 0,2 до 0,3 мм
- при використанні ТУ економ. ТУ при 1-3000 год:
 

|                      |                 |
|----------------------|-----------------|
| об'єм конденсату     | 10...20 млн л   |
| споживання води      | 12...13 млн т   |
| споживання електрики | 20...22 млн кВт |

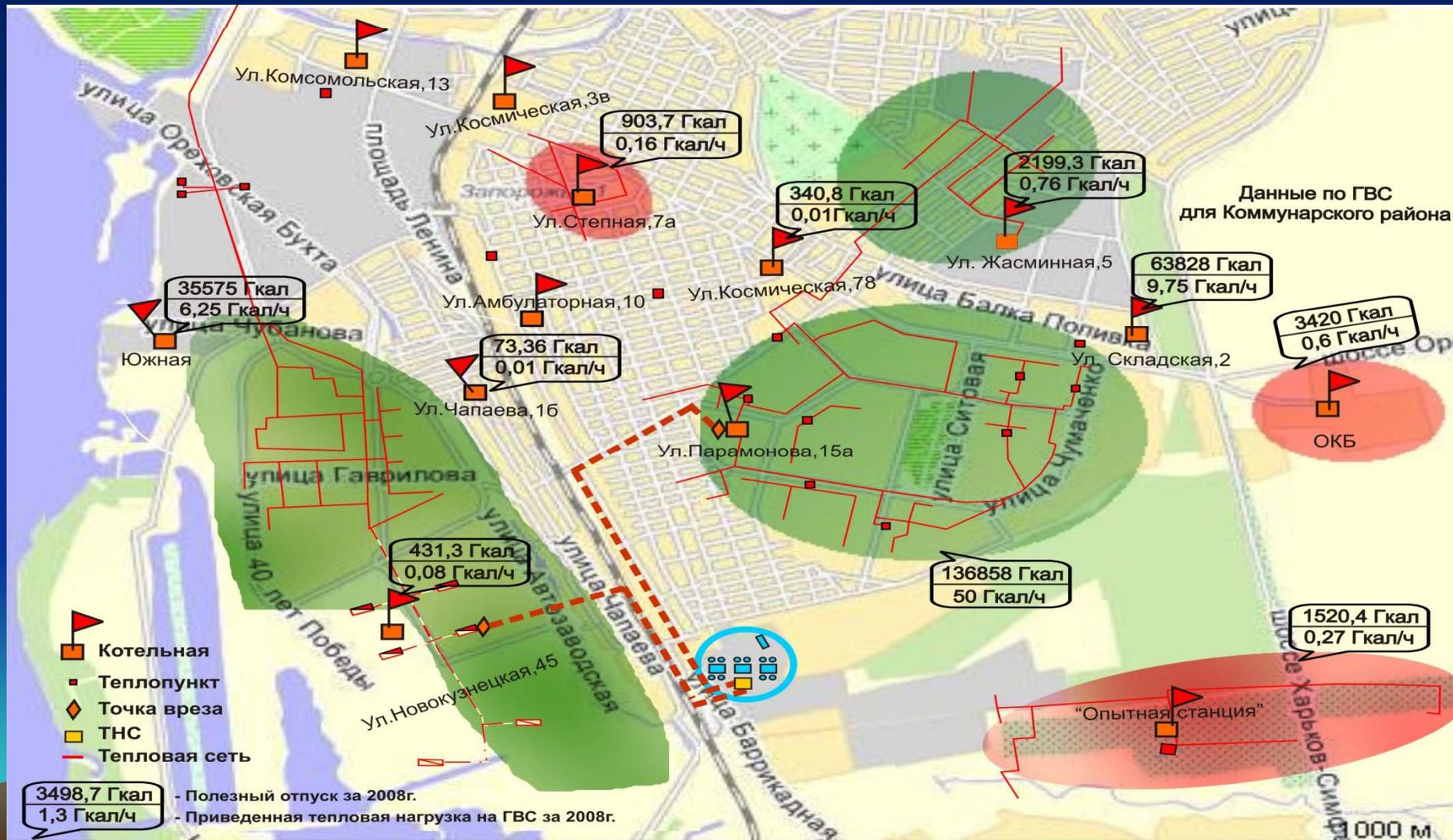
# *Газопоршневые когенерационные установки на котельных города*



# Строительство теплонасосных станций на промышленном сбросном тепле и на городских канализационных стоках



# Перевод ГВС Коммунарского района на тепло от сточных вод и электроэнергию



## **Утилизация тепла канализационных стоков на ЦОС-1 и ЦОС-2 для горячего водоснабжения (тепловые насосы мощностью 30,0-10,0 Гкал/час)**

- Очищенные канализационные стоки города имеют температуру зимой 14-15°C, летом 22-25°C. Расход в сутки по ЦОС-1 составляет до 150 000 м<sup>3</sup>.
- Проект предусматривает охлаждение стоков на 10-15°C и получение за счет этого с помощью тепловых насосов теплоносителя с температурой 70-75°C для подогрева воды на нужды горячего водоснабжения. Затраты рассчитаны исходя из стоимости оборудования для производства одного кВт тепловой энергии порядка 600,0 долларов США на 1 кВт.
- Капвложения - 521,5 млн. грн, срок окупаемости 6.0 лет, снижение потребления газа 50,0 млн.м<sup>3</sup> в год.



ЗАПОРІЗЬКИЙ МІСЬКВИКОНКОМ, КОНЦЕРН «МІСЬКА ТЕПЛОВА МЕРЕЖА»

## ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ МІСТ ЗАПОРІЖЖЯ, МАРГАНЦЯ, НІКОПОЛЯ ВІД ЗАПОРІЗЬКОЇ АЕС

ВАРІАНТ 1

Довжина:

Ду1200 - 12,40 км Ду900 - 61,60 км Ду800 - 7,20 км

Ду700 - 40,45 км Ду400 - 0,70 км

Заміщення обсягів споживання природного газу 300-320 млн. куб. м в рік:  
Запоріжжя - 37% (145-150 млн. куб. м), Нікополь - 100% (115-130 млн. куб. м),  
Марганець - 100% (45-50 млн. куб. м)

Скорочення викидів CO<sub>2</sub>: 870-890 тис. тонн/рік



# Теплоснабжение правобережной части города от Запорожской атомной станции

- На Запорожской атомной станции имеется 6 энергоблоков мощностью по 1000 МВт каждый. Все энергоблоки оборудованы теплофикационными установками мощностью 1200 Гкал/час, работающие на отборе пара с турбин. При проектировании теплофикационные установки предусматривались для теплоснабжения Запорожья.
- В работе находится 5 энергоблоков. Тепловая энергия от двух теплофикационных установок идет на собственные нужды станции и Энергодара. Таким образом, 400 Гкал/час тепловой мощности свободны.
- Проект предусматривает подачу максимально 350 Гкал/час тепловой мощности на правобережную часть города по теплотрассе диаметром 900 мм с двумя подкачивающими насосными по пути и переход дюкером по дну Каховского водохранилища. Температура на выходе из станции – 150°С, подача на Запорожье – 140°С, потери температуры на 55 км до 3°С.
- **Стоимость проекта - 2037,0 млн. грн, окупаемость по цене газа на уровне 2008 года - 10÷15 лет. При цене газа 350 долларов США за 1000 м<sup>3</sup> окупаемость 7-8 лет. Снижение расхода природного газа 55 млн.м<sup>3</sup>.**



# Термомодернизация бюджетных и жилых зданий Запорожья

Städtische Klinikum in Magdeburg



# Термомодернизация объектов жилой и бюджетной сферы (частичная)

- Объекты бюджетной сферы, построенные в 70-80 годах прошлого века, имеют удельные затраты тепла на 1 м<sup>2</sup> площади в районе 210-370 квт. ч/м<sup>2</sup> год.
- Снижение тепловых потерь до уровня сегодняшних строительных норм (140-150 квт. ч/м<sup>2</sup> год) примерно в 2 раза снижает потребление тепла и, соответственно, газа.
- Проект предусматривает установку регуляторов тепла и горячего водоснабжения, замену окон, утепление и ремонт крыш, технического подполья, выборочно утепление фасадов, модернизацию системы вентиляции.
- Затраты приняты из расчета 120 долларов США на 1 м<sup>2</sup> здания, всего 630,0 млн. грн, срок окупаемости 10 лет, снижение расхода газа – 15 млн.м<sup>3</sup> в год.
- Подходы и расчеты по жилым зданиям аналогичны бюджетным зданиям. Стоимость проекта для жилья местных советов - 8 128,0 млн. грн, окупаемость 10 лет, снижение расхода газа 60 млн.м<sup>3</sup> в год.