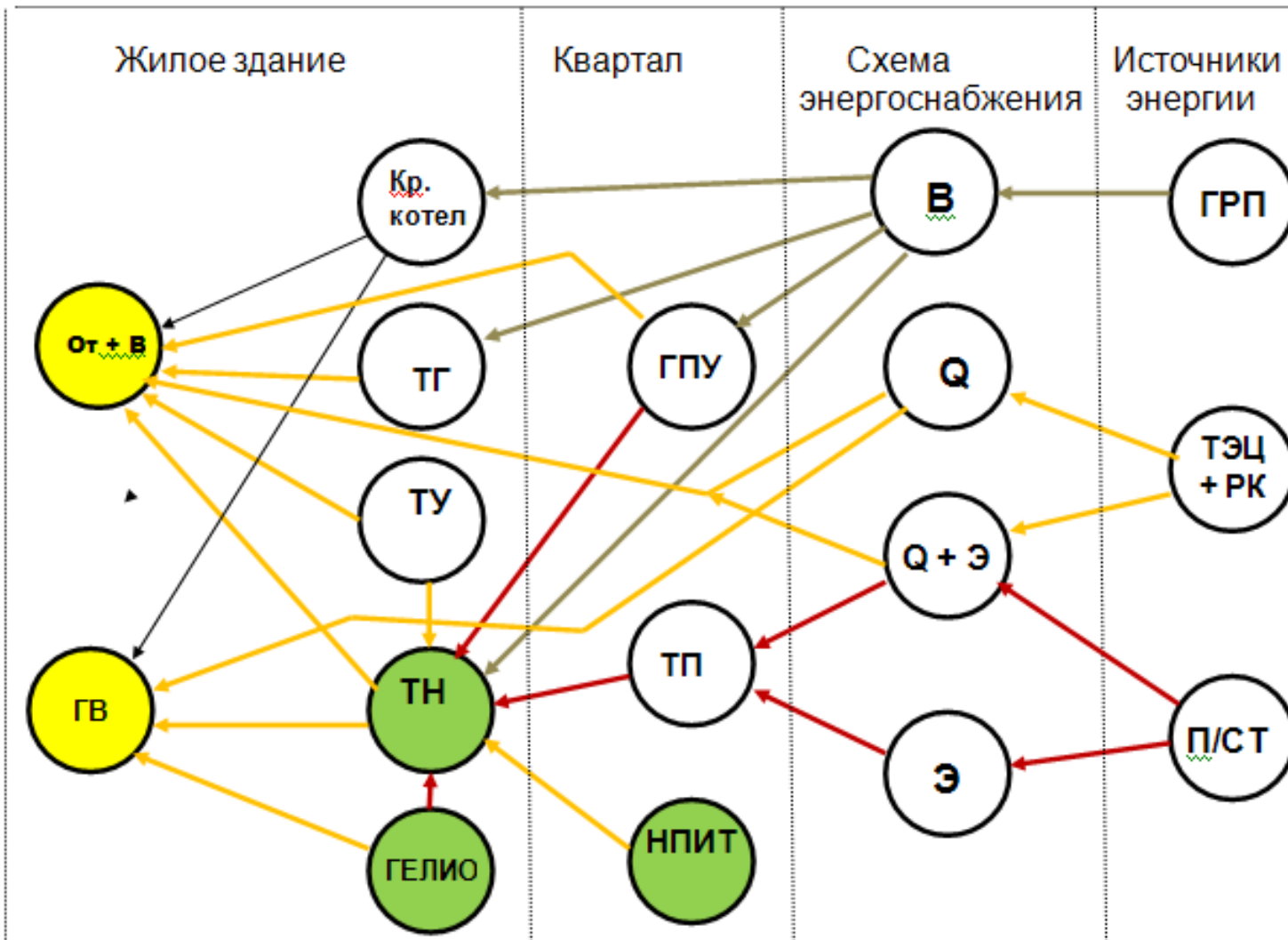


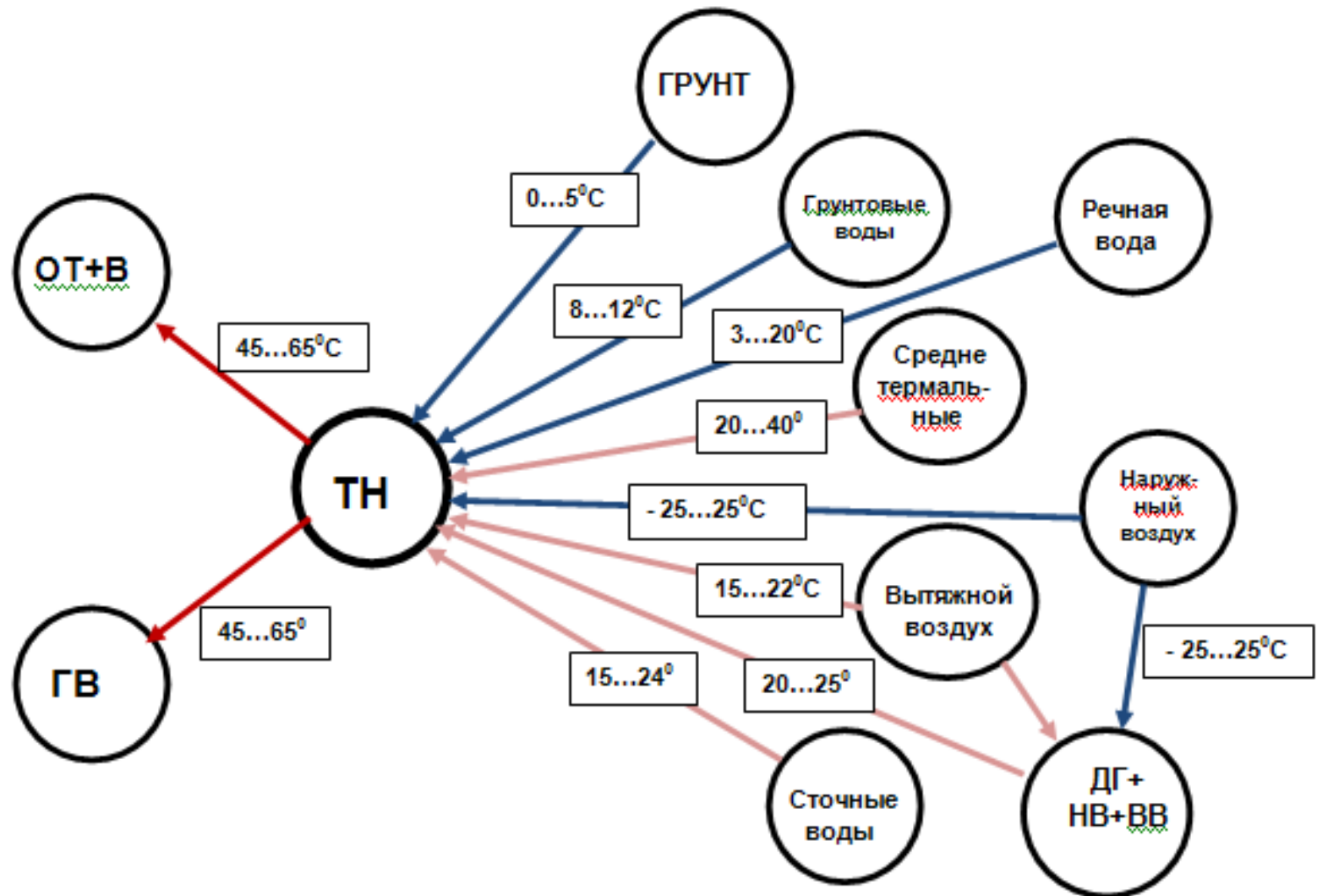
**Применение тепловых насосов в
системах теплоснабжения и
горячего водоснабжения
многоквартирного жилого фонда
на принципах энергосбережения**

Жидович
Иван Станиславович,
национальный эксперт
проекта ПРООН/ГЭФ

Варианты теплоснабжения многоквартирных зданий



Источники низкопотенциальной теплоты для тепловых насосов



Общие сведения о тепловых насосах

Типы тепловых насосов	Виды НПИТ	Диапазон рабочих температур	Тепловая мощность, кВт	Рабочие агенты
«Воздух-вода»	Вытяжной воздух, наружный воздух, дымовые газы	До минус 25 ⁰ С	До 150 кВт	R410А, R407С, R290 (пропан), R744(CO ₂)
«Рассол-вода»	Грунт, сточные воды, вода поверхностных источников	До минус 5 ⁰ С	До 650 кВт	R410А, R407С, R134а, R744(CO ₂)
«Вода-вода»	Подземные воды, обратная вода	До плюс 20 ⁰ С	До 1500 кВт	R134а

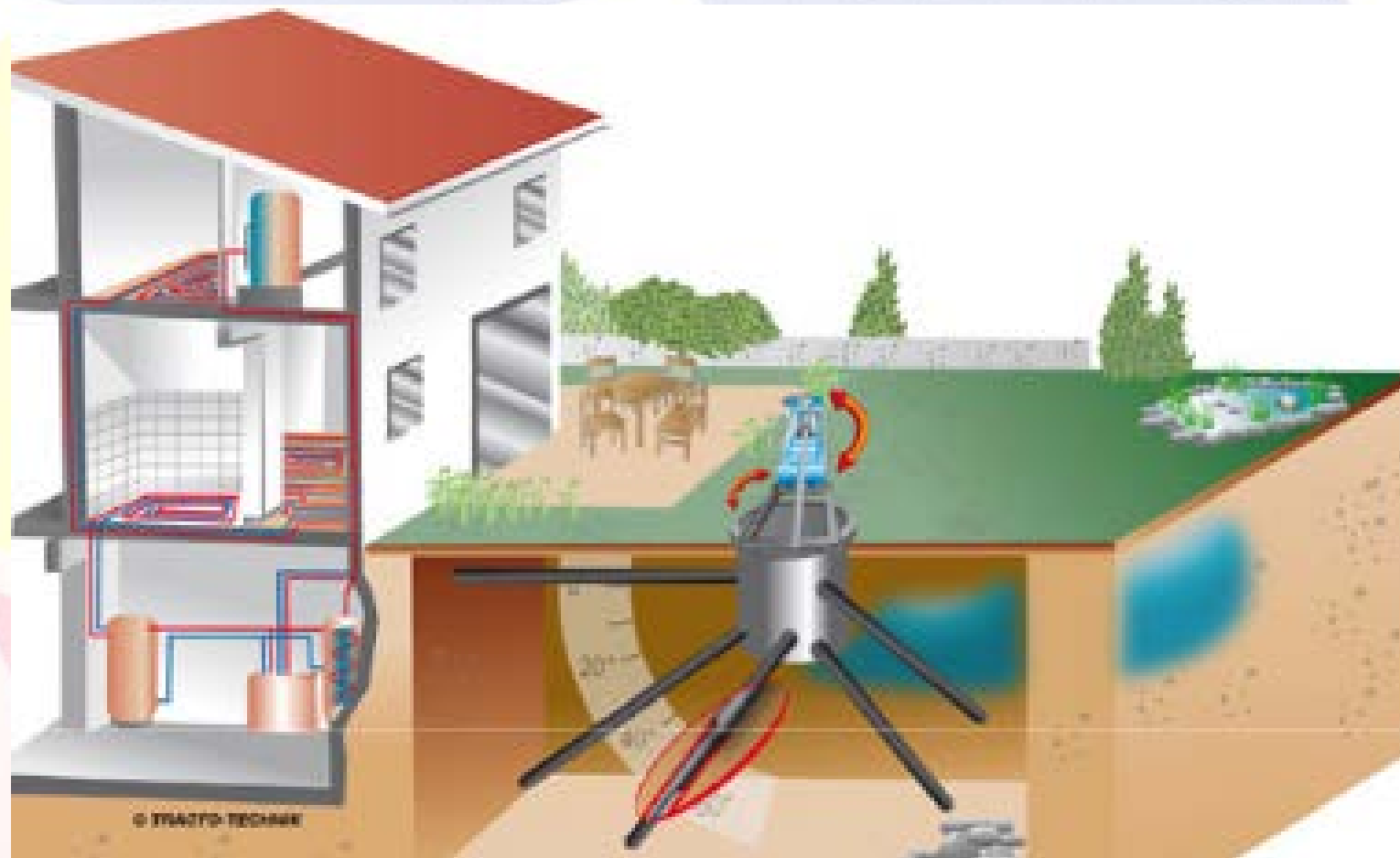
Основные параметры рабочих агентов

Виды рабочих агентов	Потенциал GWP	Критическая точка, °C	Температура кипения, °C
R410A	1720	72	Минус 51
R407C	1520	87	Минус 44
R134a	1200	101	Минус 26
R290 (пропан)	3	97	Минус 42
R744(CO₂)	1	31	Минус 57

Рекомендуемая структура источников теплоснабжения

Наименование потребителей	При отсутствии ограничений на присоединение к тепловым сетям от ТЭЦ или РК	При наличии ограничений на присоединение
Отдельно стоящие многоквартирные жилые дома	ТН (воздух, грунт или ст. воды) + ТЭЦ или РК; ТН (ст. воды + грунт) + ТЭЦ или РК	ТН (грунт или ст. воды); ТН (ст. воды + грунт); ТН (воздух, грунт или ст. воды) +МК**; ТН (воздух + дымовые газы)+ МК
Группа многоквартирных жилых домов	ТН (ПВ* или ст. воды) + ТЭЦ или РК; ТН (ст. воды + грунт) + ТЭЦ или РК	ТН (ТВЭР*** или ПВ); ТН (ст. воды + грунт); ТН (грунт или ст. воды) +МК; ТН (ТВЭР или ПВ) + МК; ТН (воздух + дымовые газы)+ МК
Жилой квартал	ТН (ПВ, ТВЭР или ст. воды) + ТЭЦ или РК; ТН (ст. воды + грунт) + ТЭЦ или РК; ТН (ТВЭР + грунт) + ТЭЦ или РК; ТН (ТВЭР + сточные воды) + ТЭЦ или РК	ТН (подз. воды, ТВЭР или ст. воды); ТН (ТВЭР + ст. воды); ТН (ПВ + ст. воды); ТН (подз.воды или ст. воды) +МК; ТН (воздух + дымовые газы)+ +КГУ**** +МК

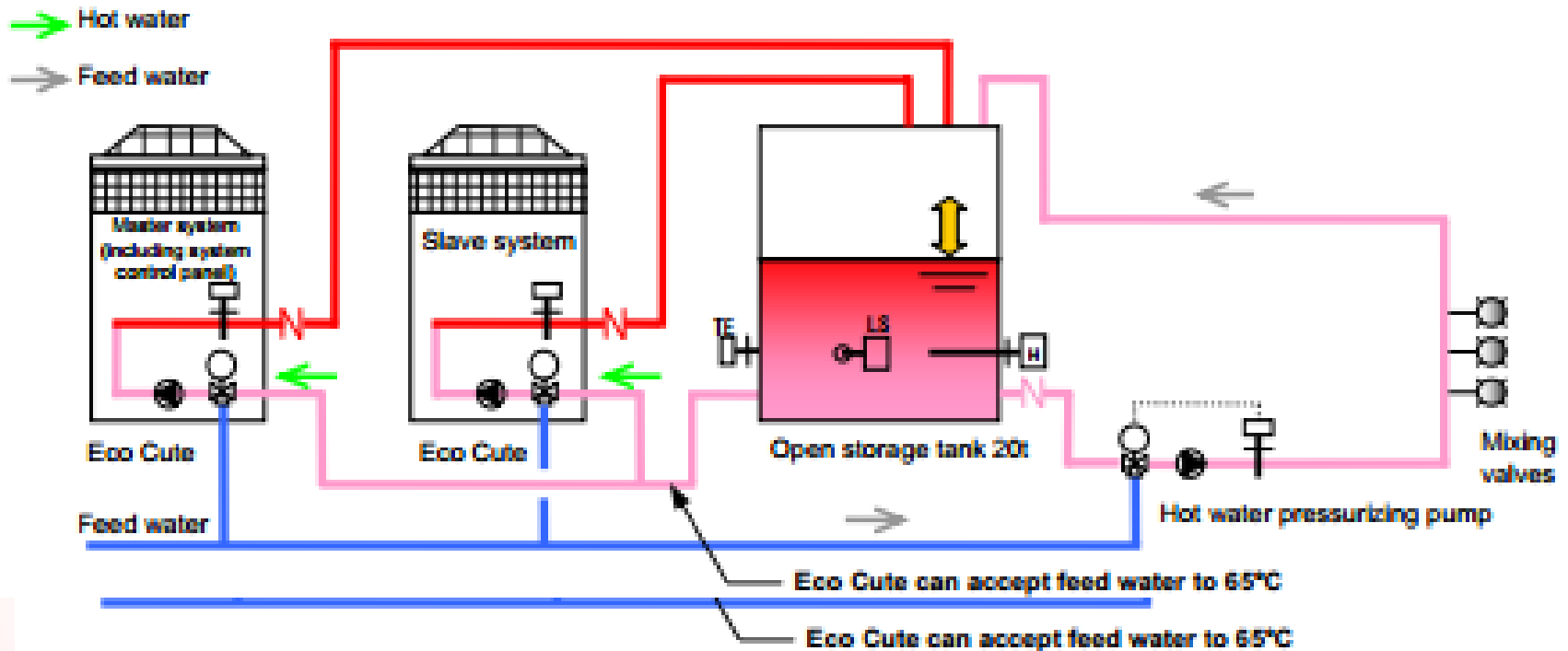
Тепловые насосы с радиальными зондами



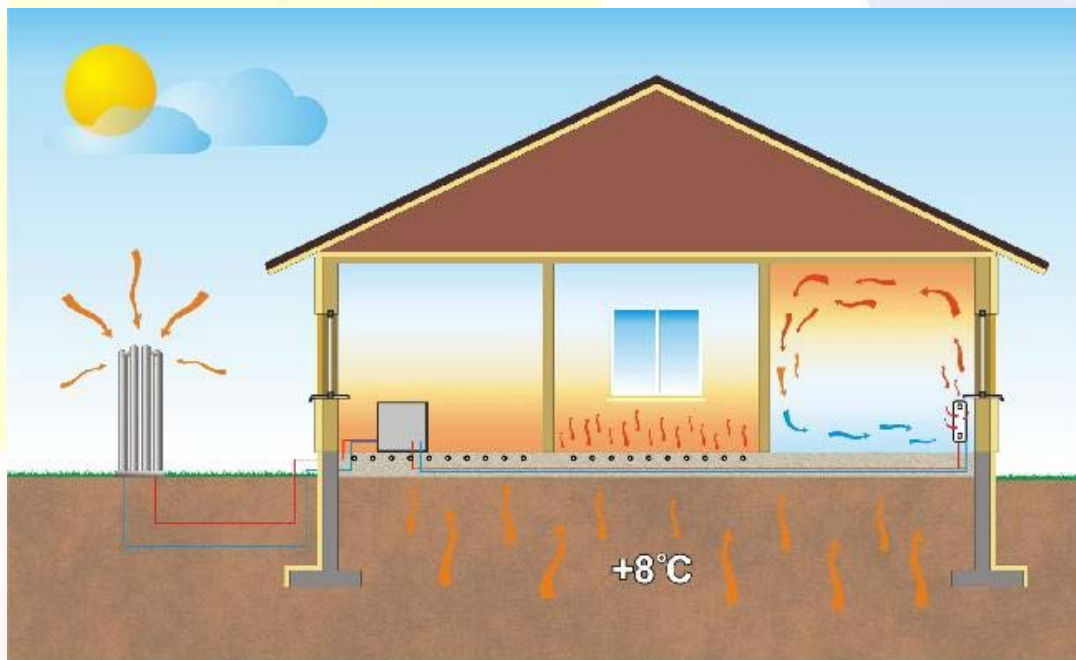
Тепловые насосы с вертикальными теплообменниками (зондами)



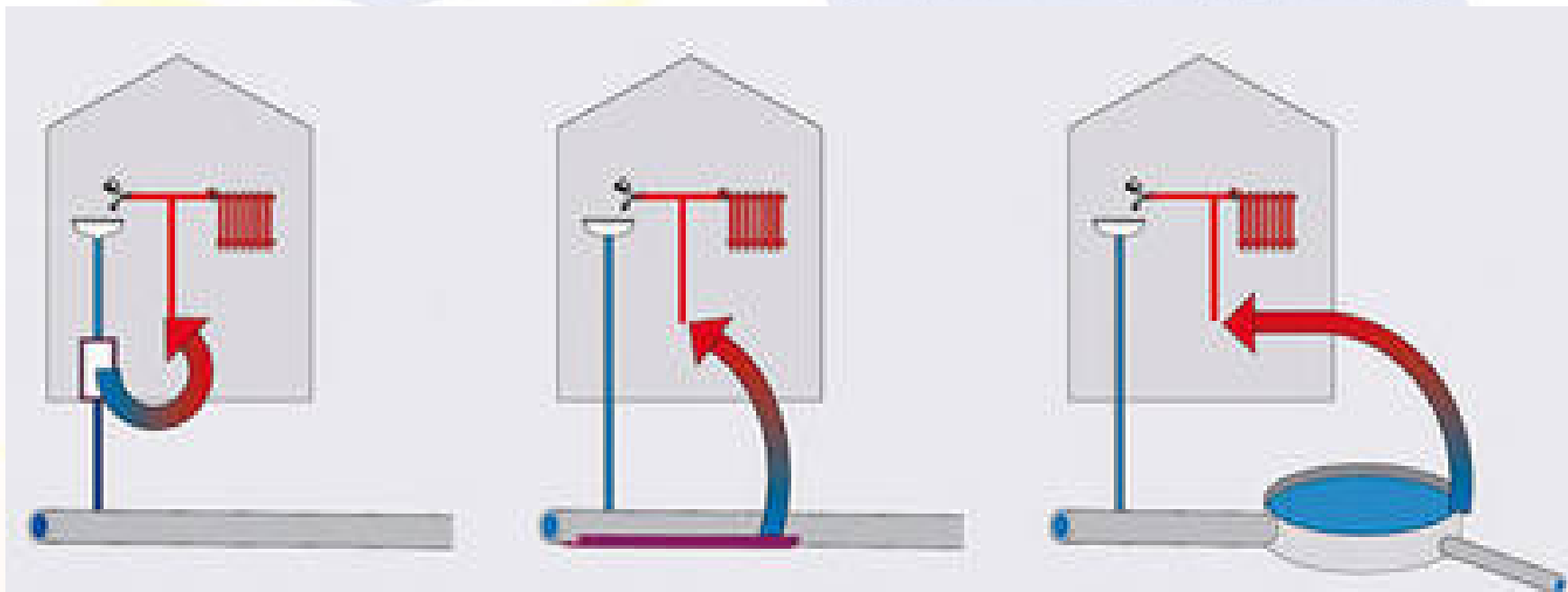
Тепловые насосы с использованием теплоты наружного воздуха на R-744 (CO₂)



Тепловые насосы с использованием теплоты наружного воздуха на R290 (пропан)



Размещение устройств утилизации теплоты сточных вод



Утилизация в жилом доме

Утилизация в канале

Утилизация на очистных
сооружениях

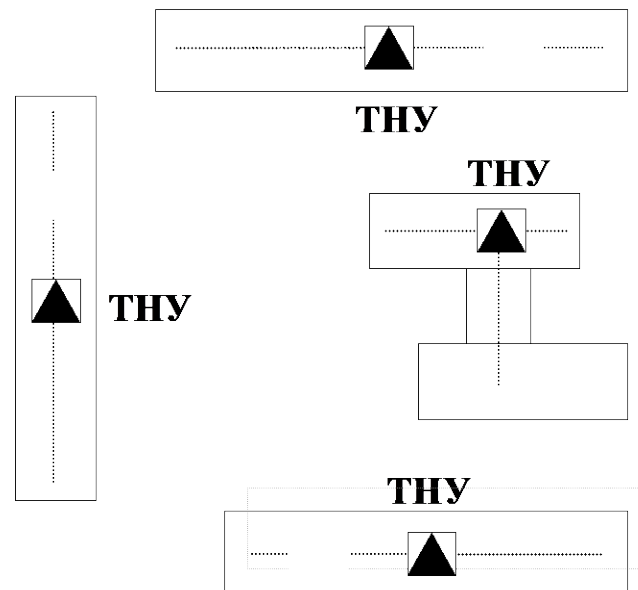
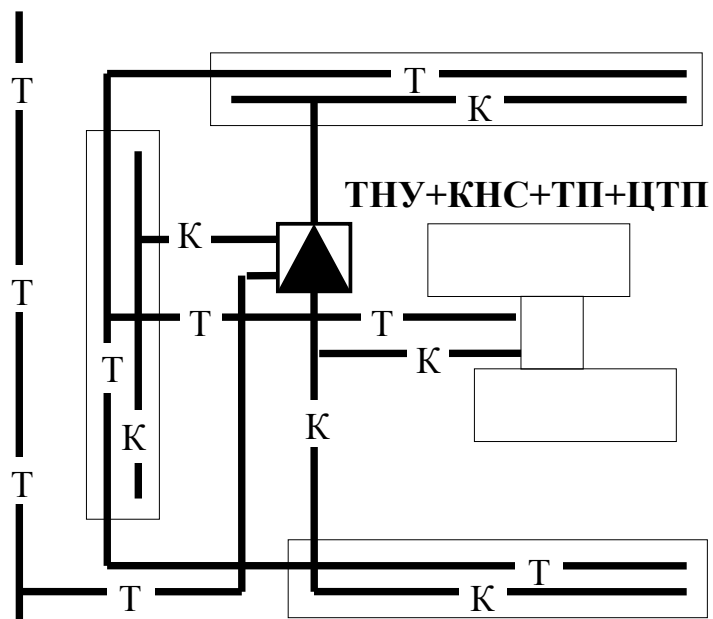
Утилизатор теплоты СТОЧНЫХ ВОД В КОЛОДЦЕ



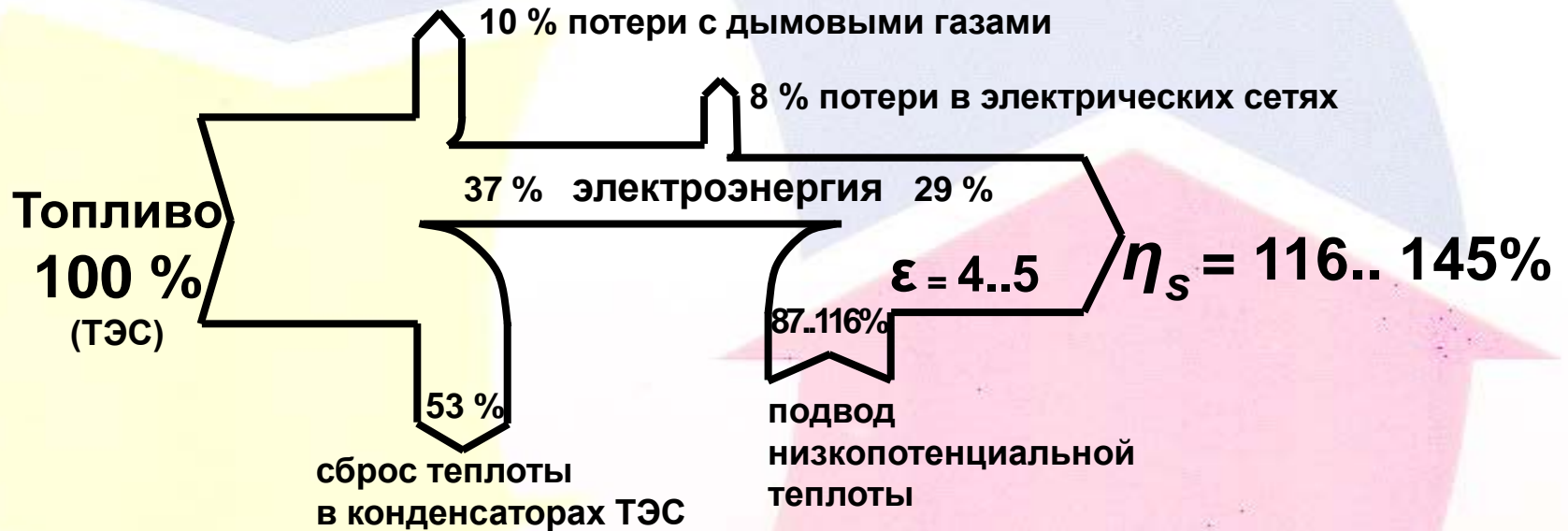
Утилизатор теплоты сточных вод на дне коллектора



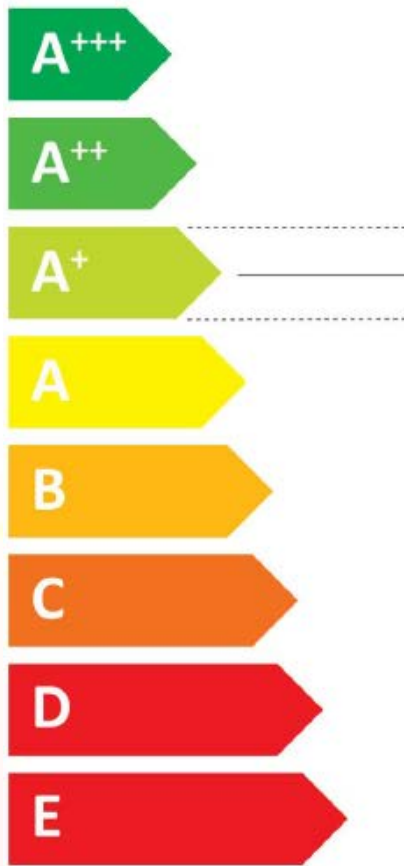
План-схемы гибридного источника теплоснабжения, использующих теплоту сточных вод, вентвыбросов и наружного воздуха



Диаграммы энергетических балансов теплового насоса и котельной

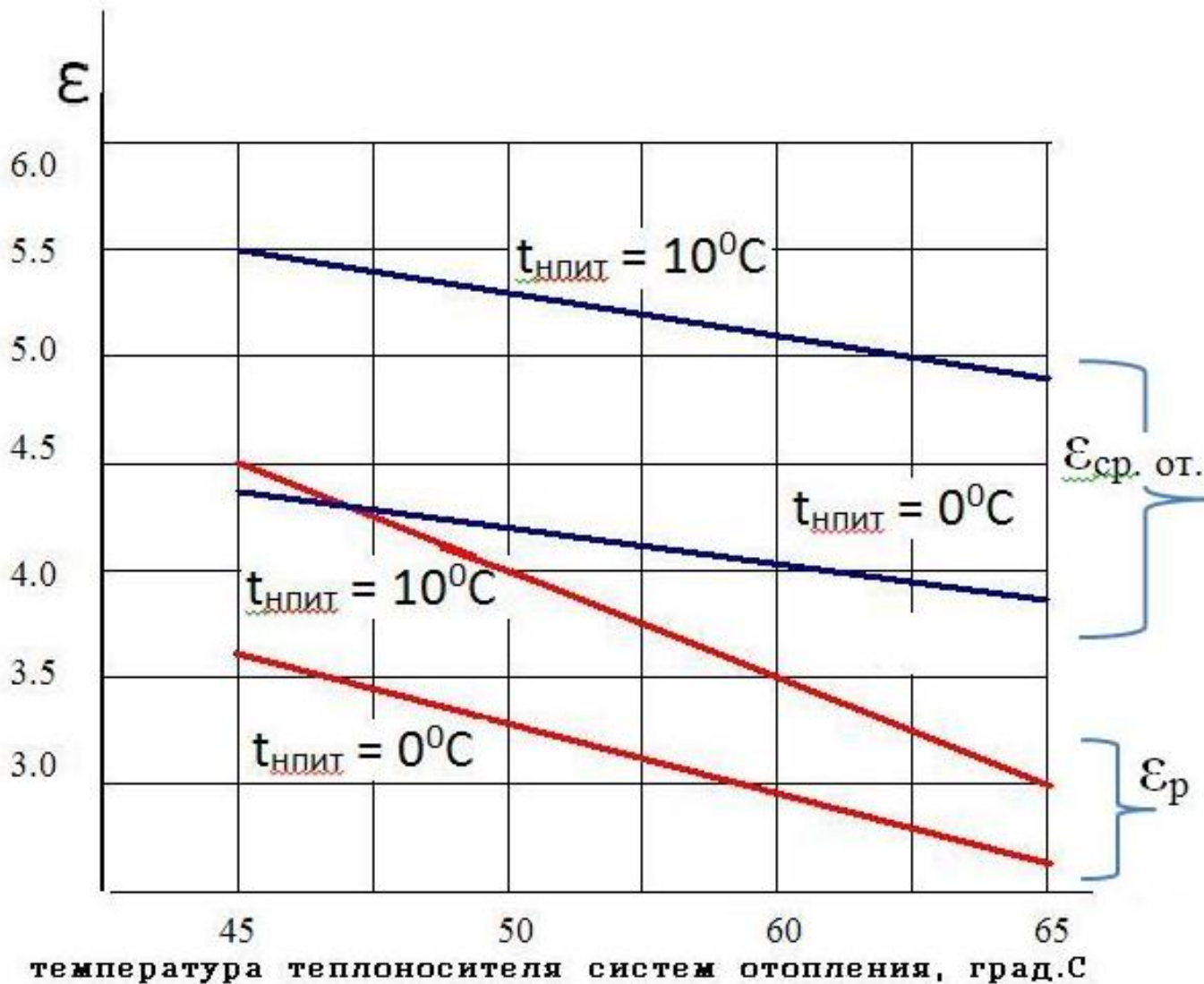


Классы источников теплоснабжения по энергетической эффективности

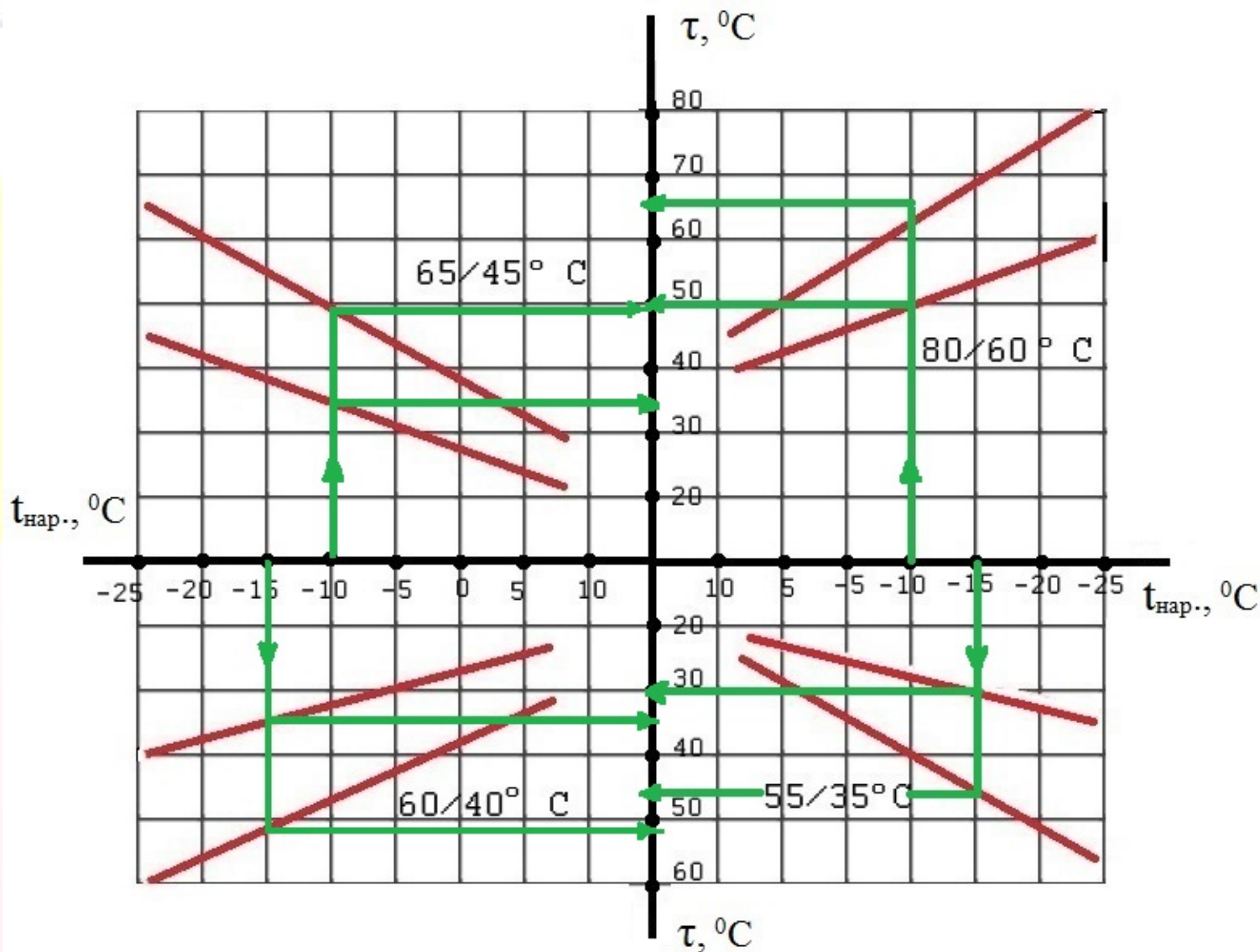


Класс эффективности	Средний за сезон коэфф. полезного использования топлива ,%
A+++	$\eta_s \geq 150$
A++	$125 \leq \eta_s < 150$
A+	$98 \leq \eta_s < 125$
A	$90 \leq \eta_s < 98$
B	$82 \leq \eta_s < 90$
C	$75 \leq \eta_s < 82$
D	$37 \leq \eta_s < 75$
E	$34 \leq \eta_s < 37$

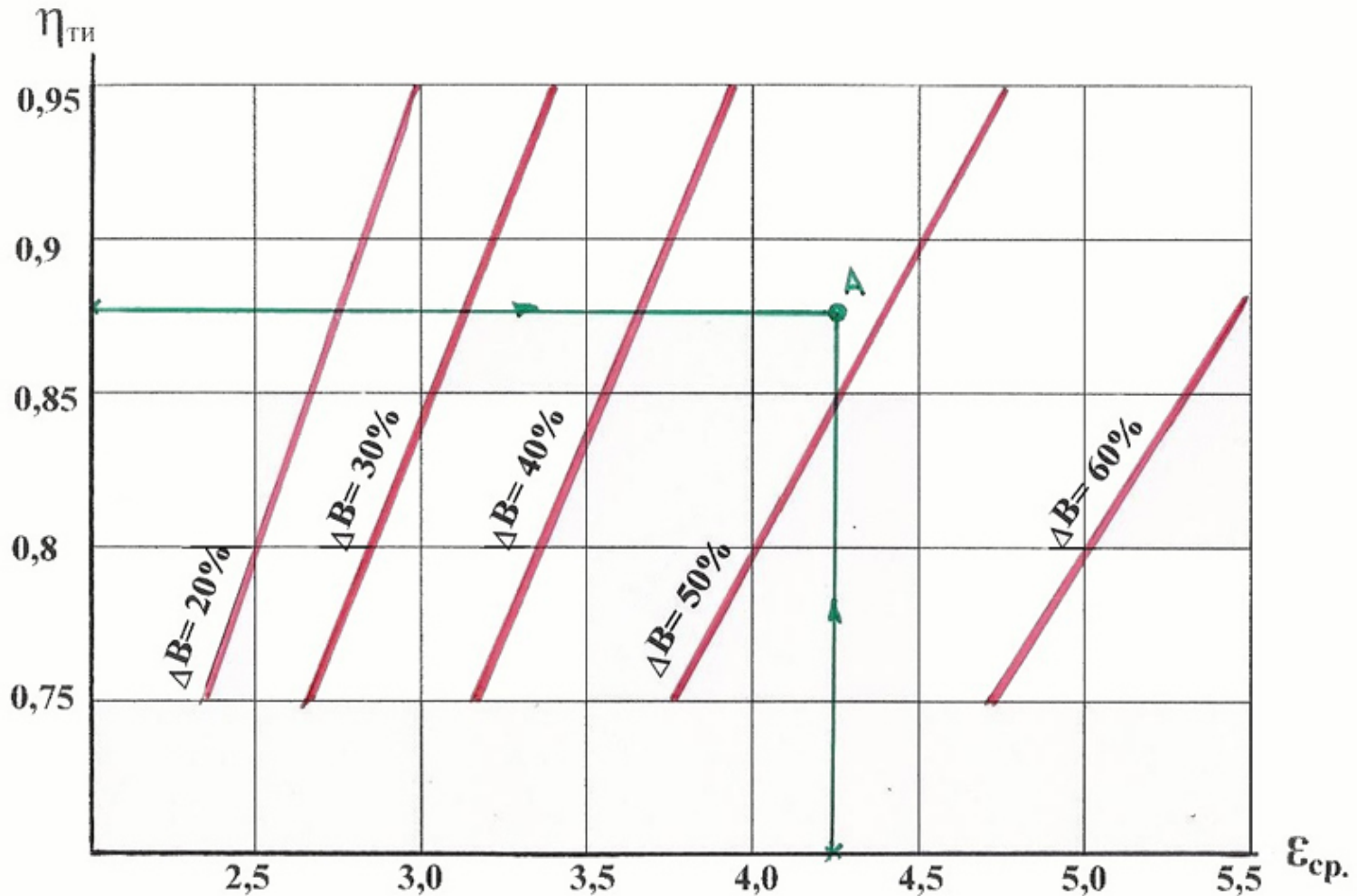
Зависимость ϵ от $t_{\text{испар.вх.}}$ и $t_{\text{конд.вых.}}$.



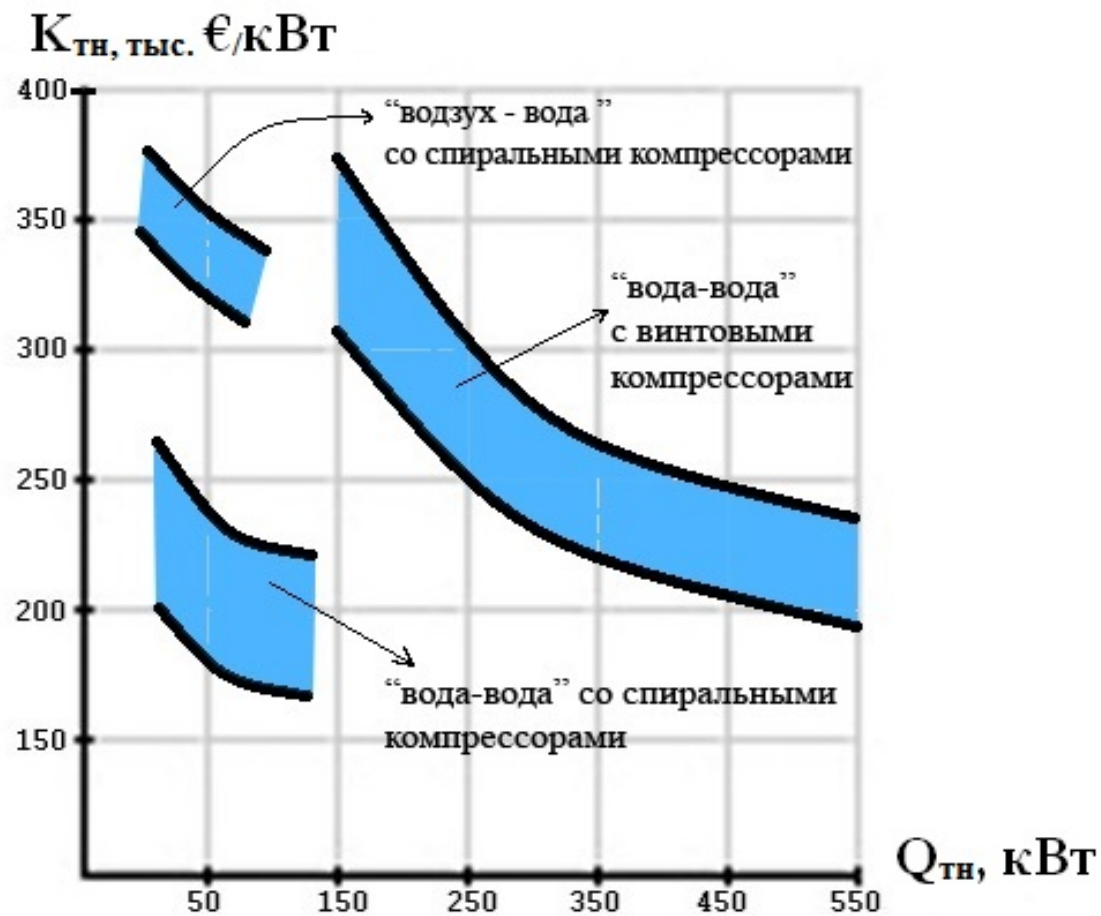
Температурные графики отопления от тепловых насосов



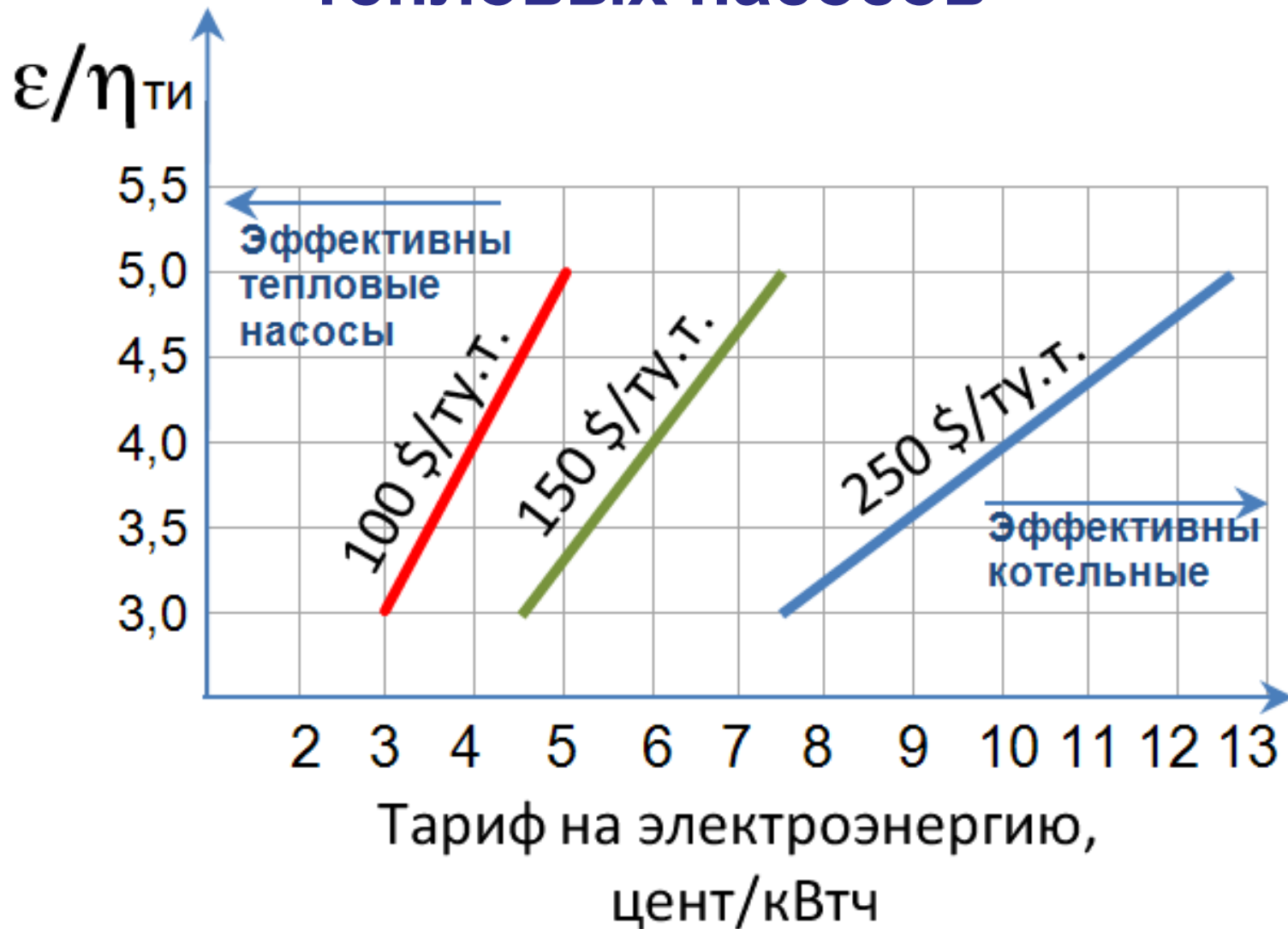
Зависимость ΔB от значений ϵ



Зависимость $K_{ТН}$ от их типа и мощности



Экономические условия применения тепловых насосов



Результаты ТЭС источников теплоснабжения жилого дома

Наименование источников теплоснабжения	Q год , Гкал	Расход первичного топлива, ту.т./год	Эксплуатационные расходы, тыс. долл./год
Теплонасосная установка (ТНУ) на основе тепловых насосов, использующих теплоту грунта (сваи) и сточных вод городского коллектора d500	623,4	55,2*	33,6***
Традиционное теплоснабжение по сети централизованного теплоснабжения от ТЭЦ	623,4	105,0**	31,7****

Удельные расходы топлива и тарифы на энергию (2013 г.)

- ✓ **удельный расход топлива на выработку 1 кВтч – 254,9 кг у.т.;**
- ✓ **удельный расход топлива на выработку 1 Гкал – 168,4 кг у.т.;**
- ✓ **тариф на электроэнергию, обеспечивающий полное возмещение экономических обоснованных затрат энергосистемы - 97,6 долл. США;**
- ✓ **тариф на тепловую энергию из городской тепловой сети (себестоимость) - 42,0 долл. США.**

Недостатки применения тепловых насосов

- **не все НПИТ стабильны во времени;**
- **необходим дополнительный источник тепловой энергии при отсутствии стабильных НПИТ;**
- **учет шума от компрессоров и вентиляторов;**
- **высокая стоимость тепловых насосов.**

Преимущества тепловых насосов по сравнению с котельными установками

➤ Энергетические

на 25-50% сокращается потребление топлива на выработку тепловой энергии

➤ Экологические -

исключается физическое и химическое загрязнение окружающей среды в местах их размещения

➤ Экономические -

в 1,5-3,0 раза снижаются ежегодные эксплуатационные расходы на теплоснабжение



СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ !

gis46@mail.ru

+375 297 61 30 16