

**Проект ПРООН/ГЭФ
«Повышение энергетической эффективности
жилых зданий в Республике Беларусь»**

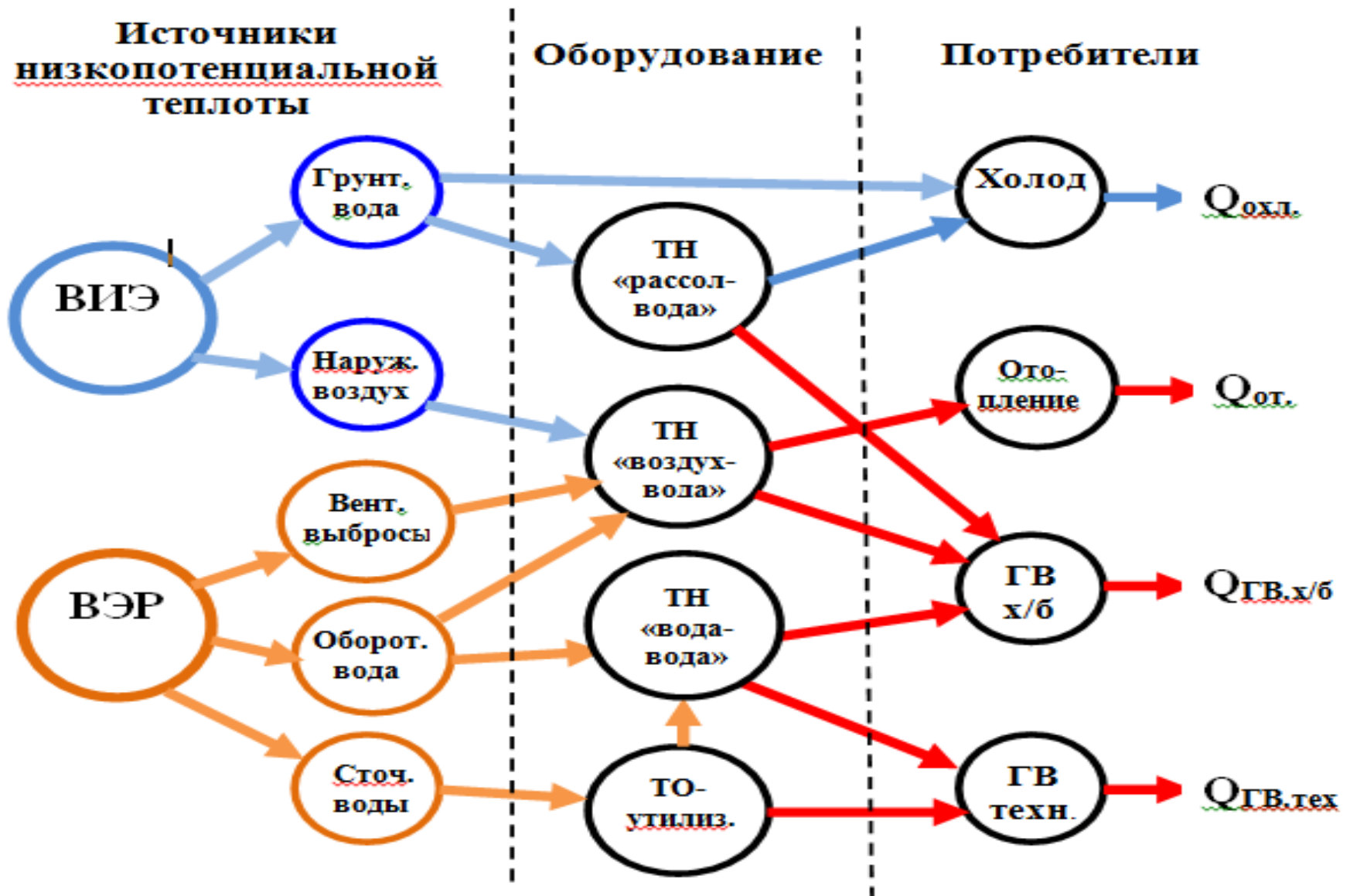
**Потенциал технических решений
для теплоснабжения
многоэтажных жилых зданий и
объектов социальной сферы
с применением тепловых насосов**

*Жидович Иван Станиславович,
эксперт проекта ПРООН/ГЭФ,
gis46@mail.ru*

Современное положение (на 2014 г.)

Проектные организации (на 2014 г. – более 25ед.)	Объекты и год установки ТЕПЛОВЫХ НАСОСОВ (на 2014 г. – более 230 ед. «жидкость-вода» и «воздух-вода»)
<u>Энерговент</u>	Станции метрополитена (1997 г.)
<u>Метропроект</u>	Водопроводные НС (1997 г.)
<u>Тисктерм (Термоблок)</u>	Промышленные предприятия (1998 г.)
<u>Белэнергосбережение</u>	Речные водозаборы (1998 г.)
<u>Белэнергосетьпроект</u>	Эл. п/ст 220 кВ и выше (1999 г.)
<u>БелНИИШГрадостр-ва</u>	Канализационные НС (2000 г.)
<u>Белэнергоинжпроект</u>	Сооруж. физико-химич.очистки СВ (2000г.)
<u>Белжелдорпроект</u>	Сооруж. биологической очистки СВ (2006 г.)
<u>Белкоммунпроект</u>	Объекты Бел ЖД (2006 г.)
<u>Гомельгражданпроект</u>	Объекты здравоохранения и отдыха (2006 г.)
<u>НИИТИС</u>	Объекты агротуризма (2010 г.)
Другие (более 14 единиц)	Коттеджи (2005 г.)

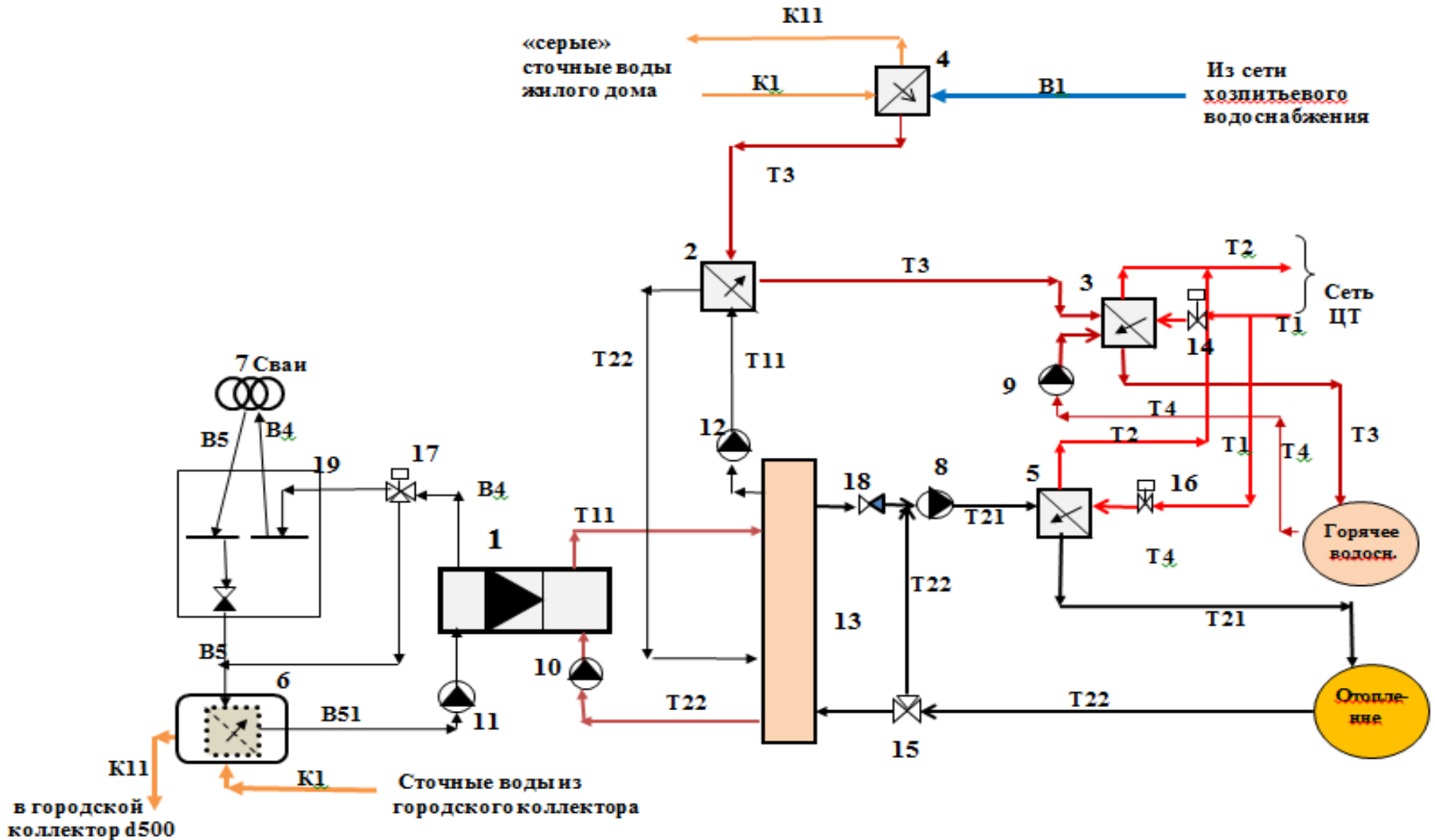
Виды возможных к использованию НПИТ, оборудование и направления его применения



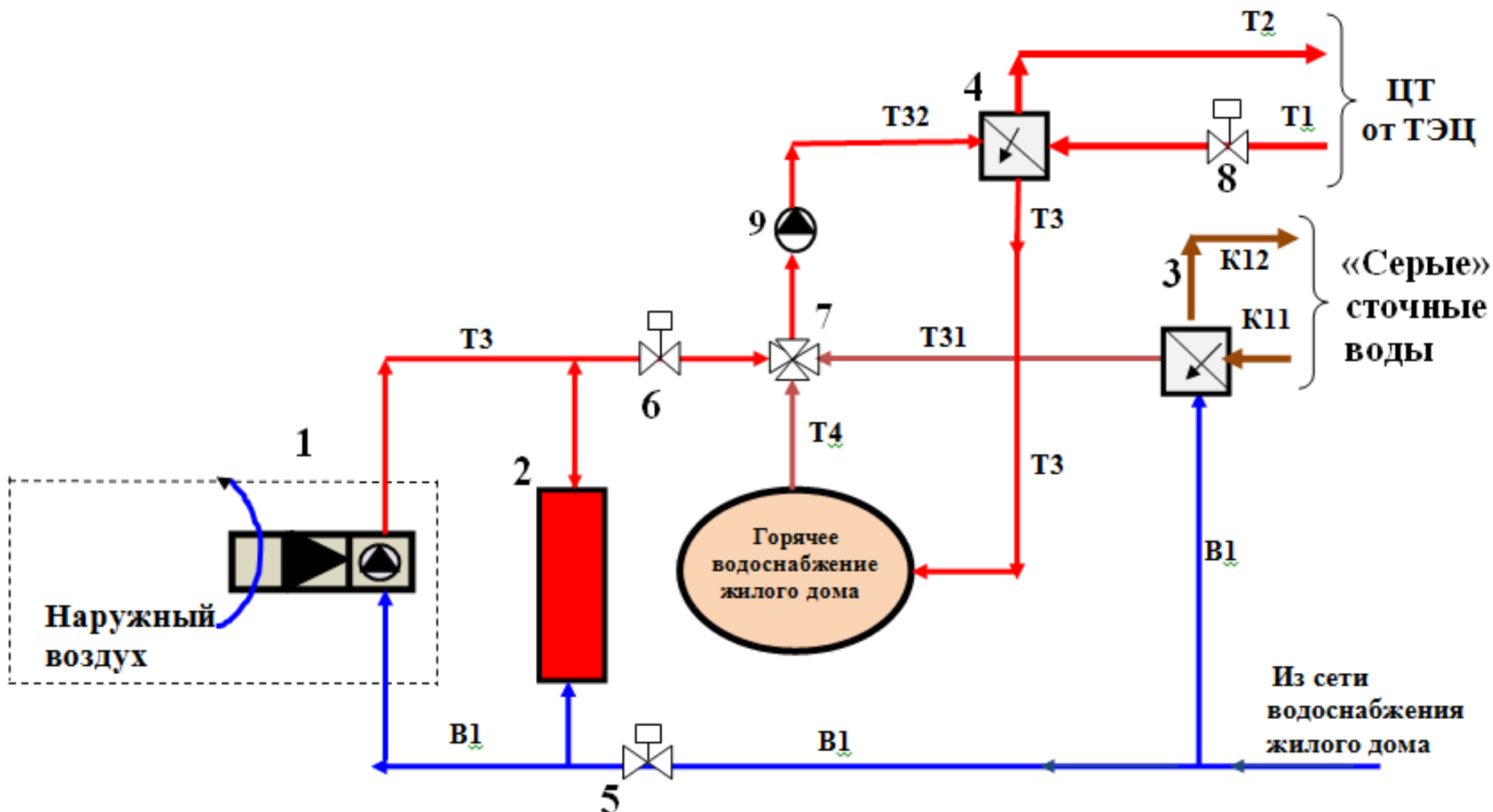
Демонстрационные объекты применения тепловых насосов

- **многоэтажные жилые здания в г. Гродно, г. Минске и г. Могилеве;**
- **школа в г. Лельчицы;**
- **гребной канал в г. Гомеле;**
- **таможенный переход «Новая Рудня» в Гомельской области;**
- **санаторий «Радон» в Гродненской области;**
- **база отдыха в Витебской области;**
- **многофункциональный комплекс в г. Минске.**

Структурная схема гибридного источника отопления и ГВ жилого дома в г. Гродно

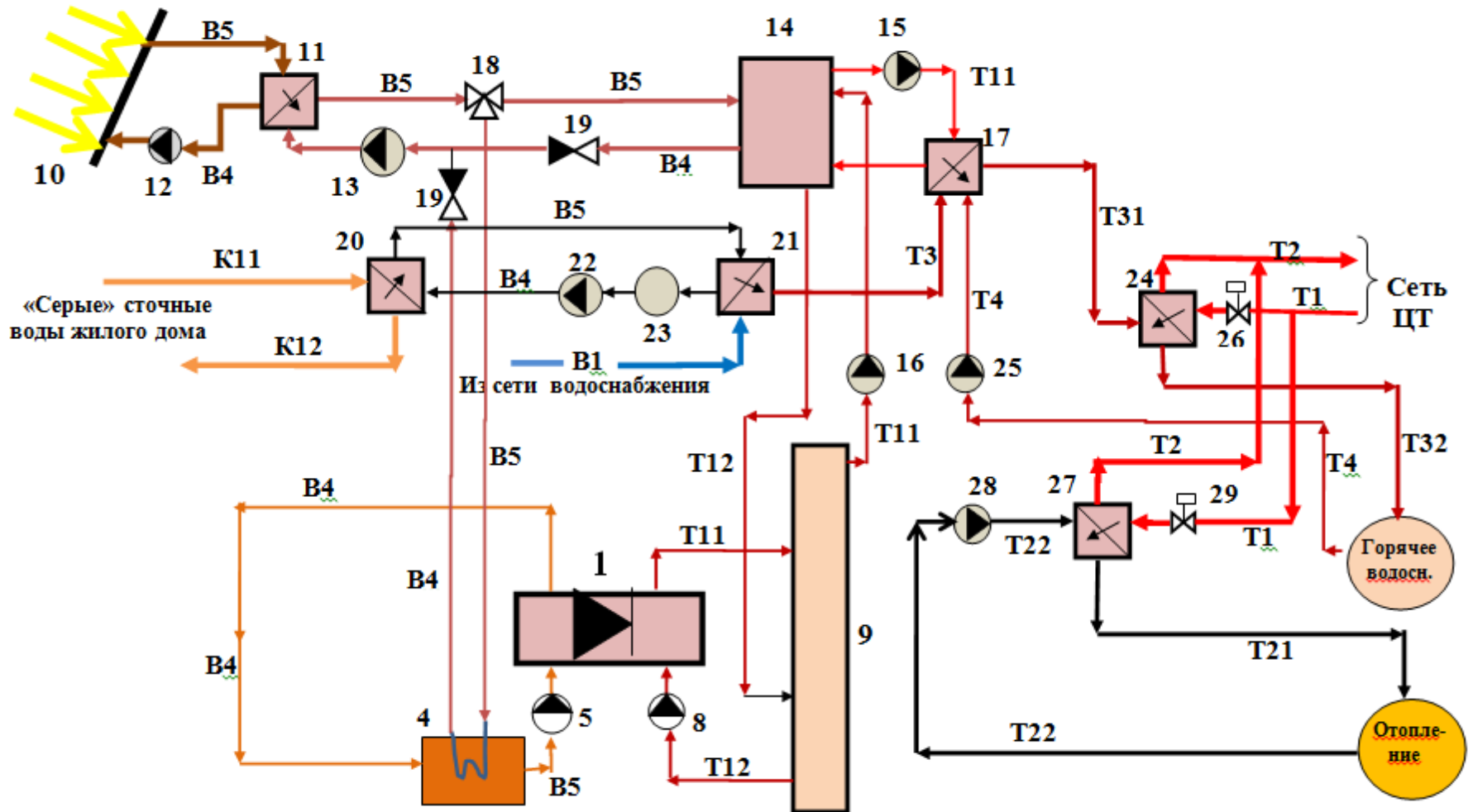


Структурная схема бивалентного источника ГВ жилого дома в г. Минске

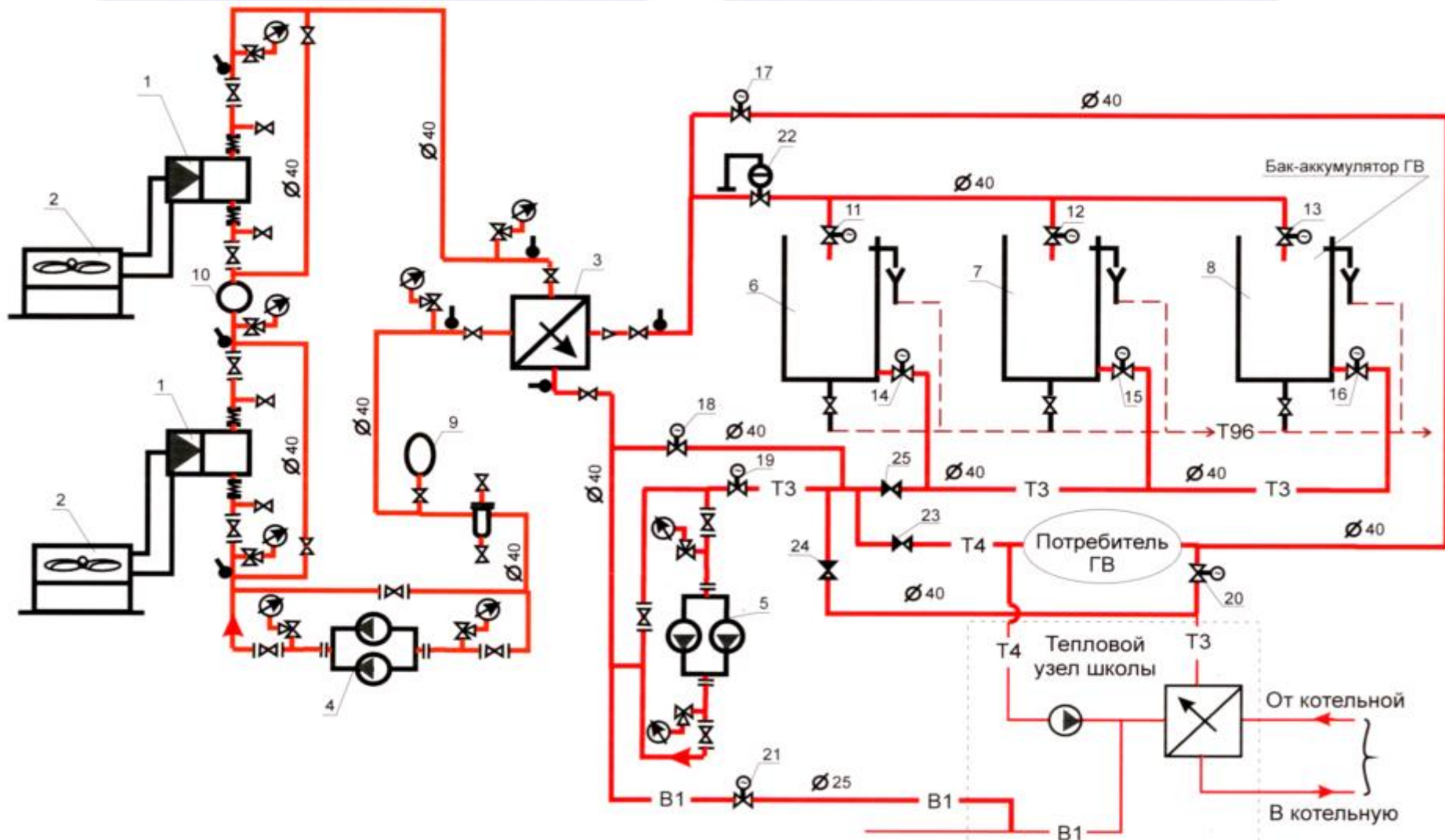


На схеме показаны только элементы, поясняющие работу источника ГВ

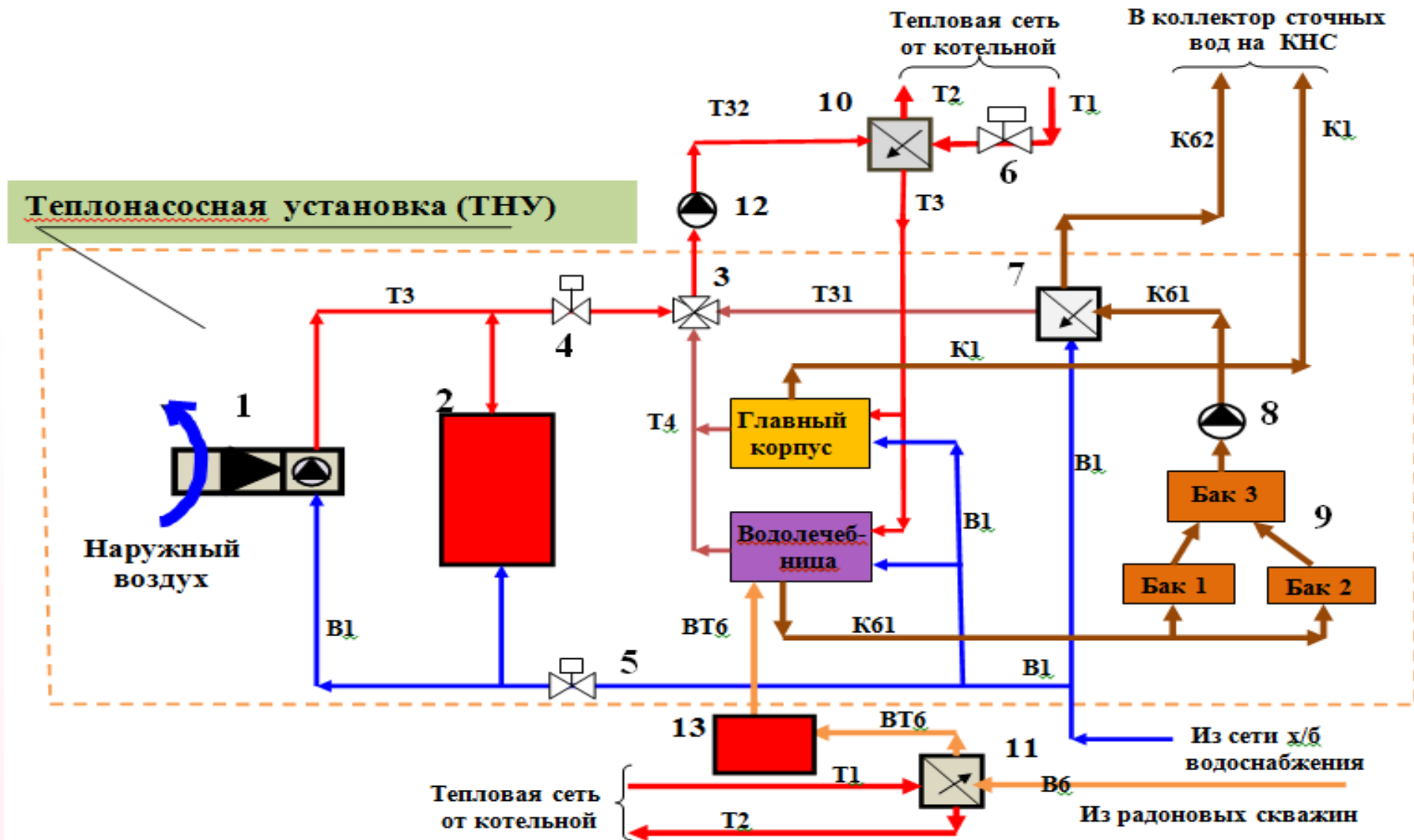
Структурная схема гибридного источника отопления и ГВ жилого дома в г. Могилеве



Структурная схема источника сезонного ГВ школы в г. Лельчицы



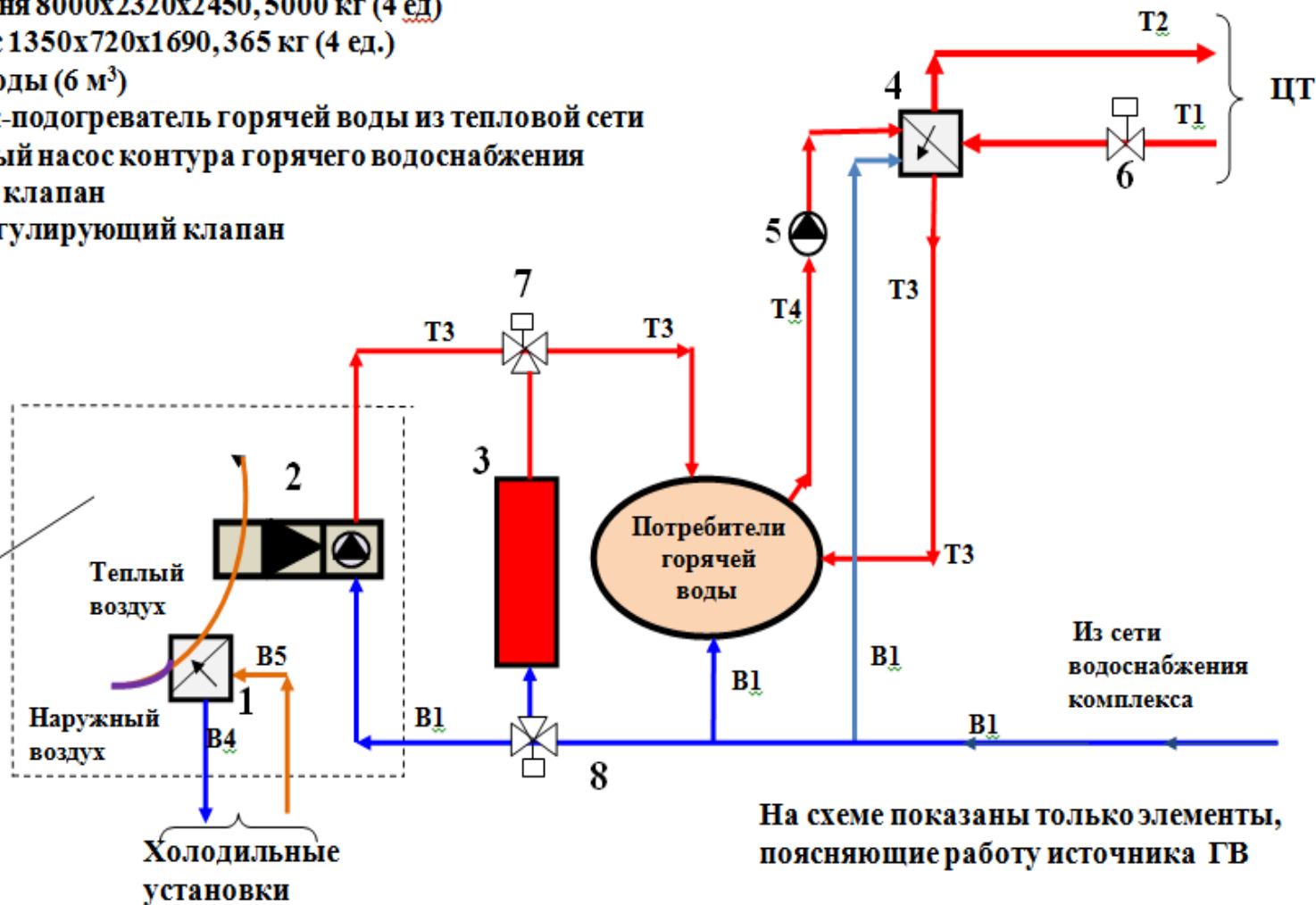
Структурная схема гибридного источника ГВ санатория «Радон»



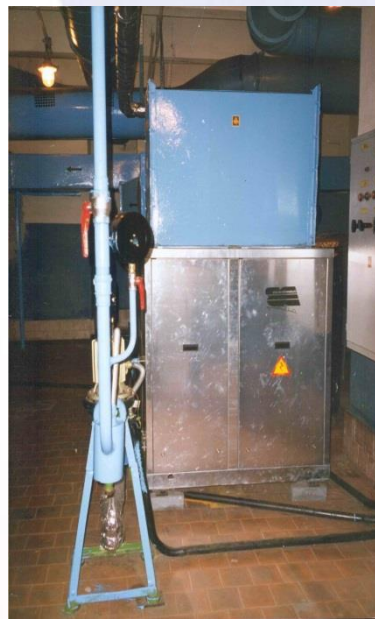
Использование теплоты воздуха от СГ для ГВ многофункционального комплекса в г.Минске

- 1- «сухая» градирня 8000x2320x2450, 5000 кг (4 ед.)
- 2- тепловой насос 1350x720x1690, 365 кг (4 ед.)
- 3- баки горячей воды (6 м³)
- 4- теплообменник-подогреватель горячей воды из тепловой сети
- 5- циркуляционный насос контура горячего водоснабжения
- 6- регулирующий клапан
- 7- трехходовой регулирующий клапан

Блок охладителей и тепловых насосов (на крыше)



Варианты размещения тепловых насосов разных типов и конструкций





















Средняя годовая продолжительность стояния средних суточных температур наружного воздуха в г.Минске

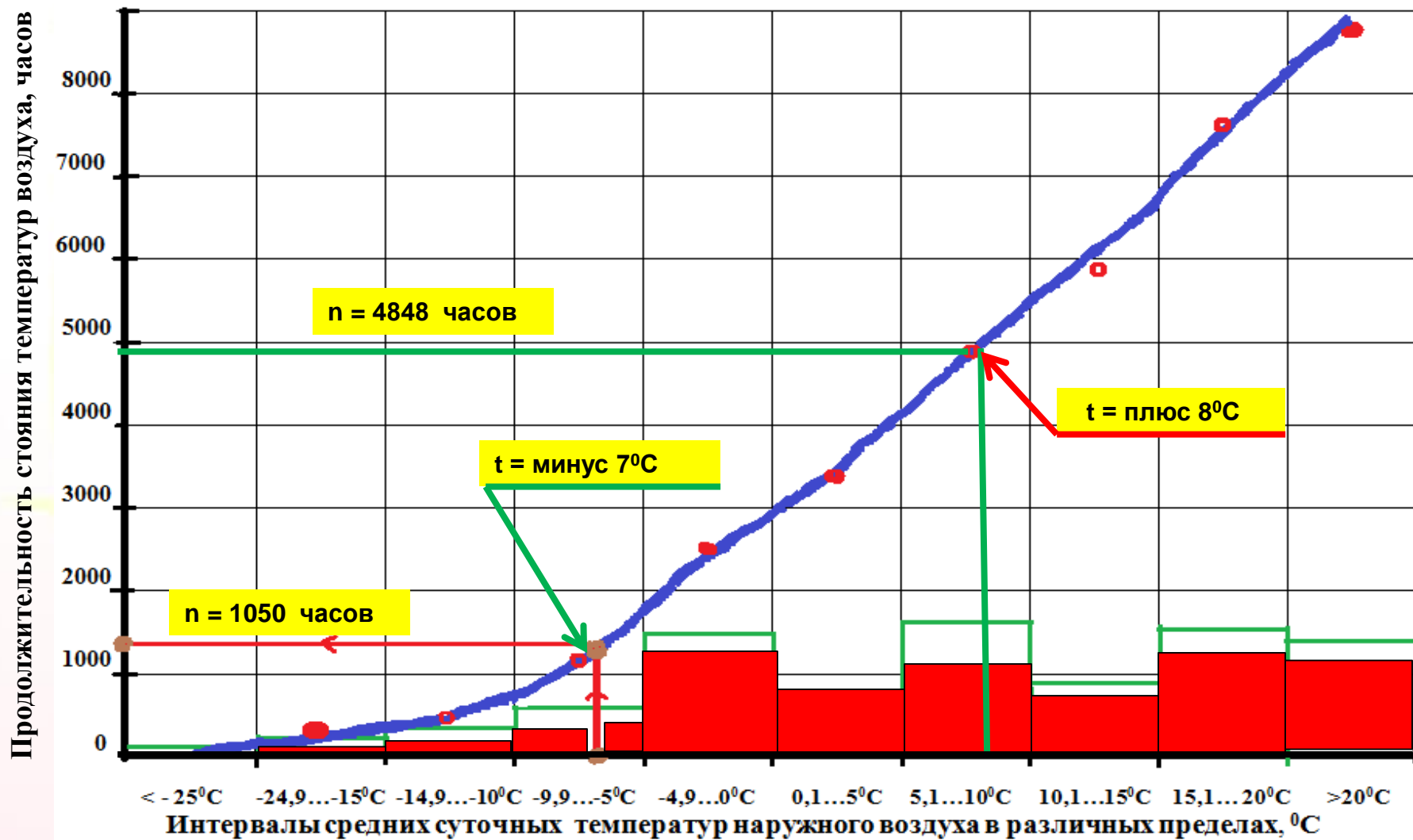
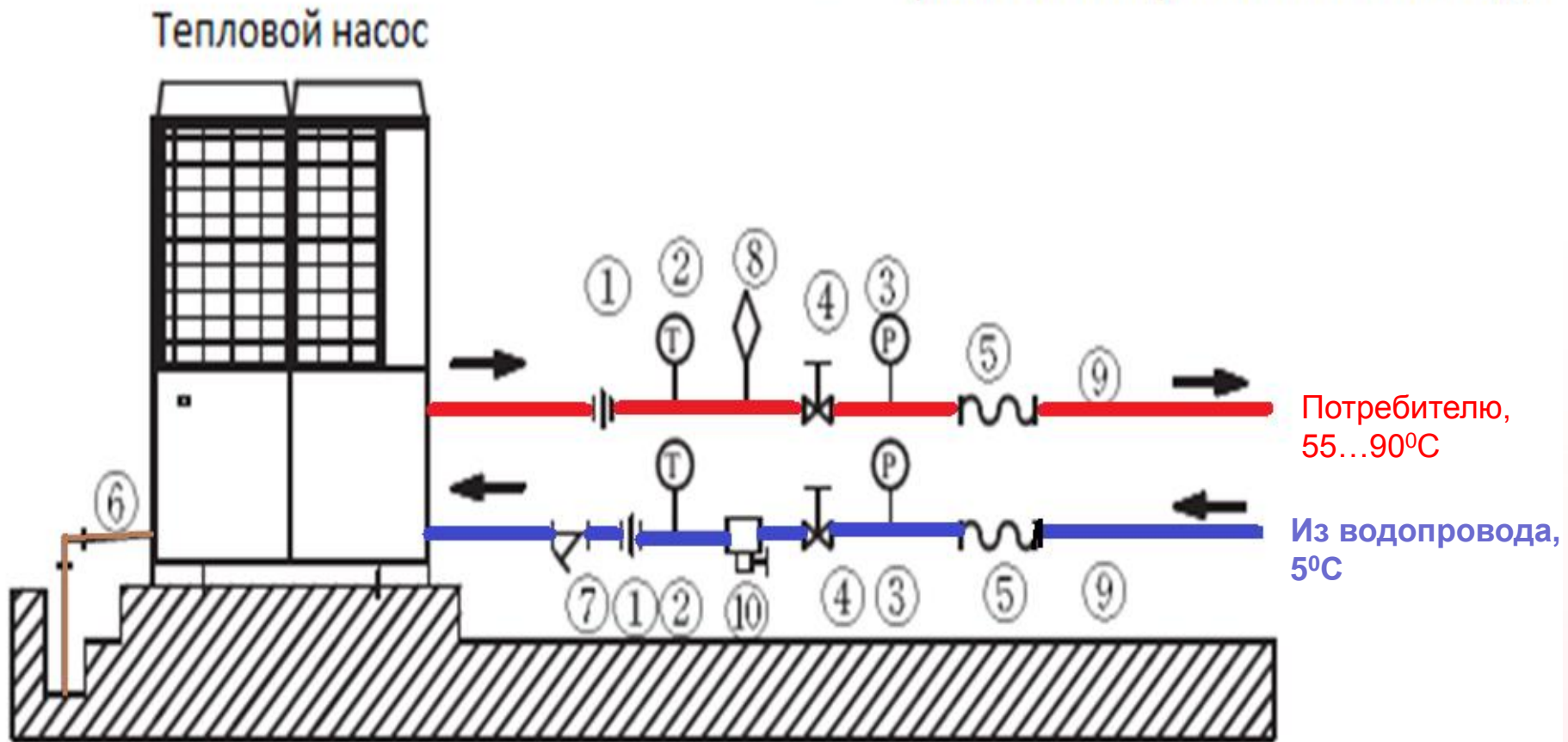
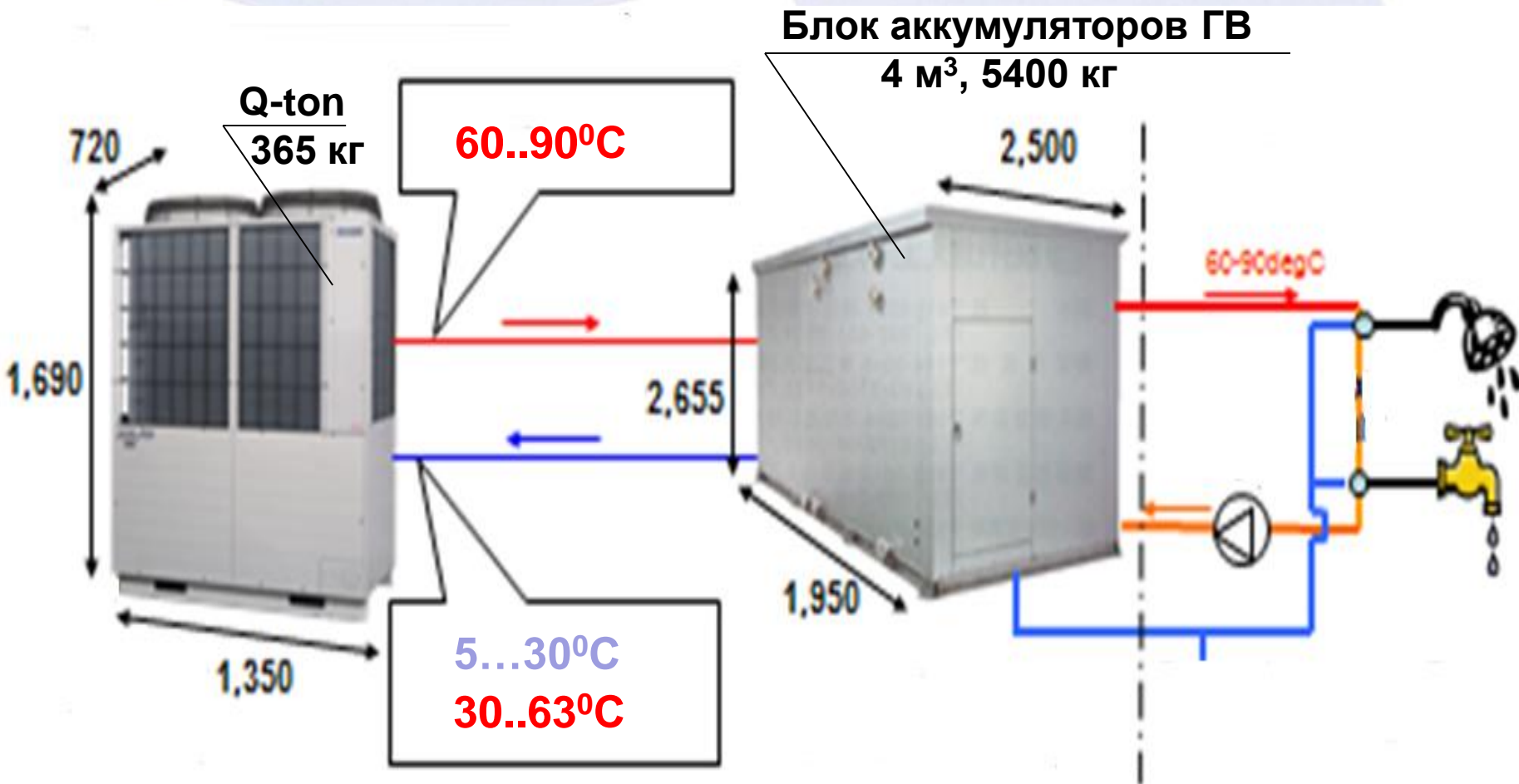


Схема обвязки теплового насоса «воздух-вода»

← указатель направления потока воды



Структура теплонасосной установки на основе теплового насоса Q-ton

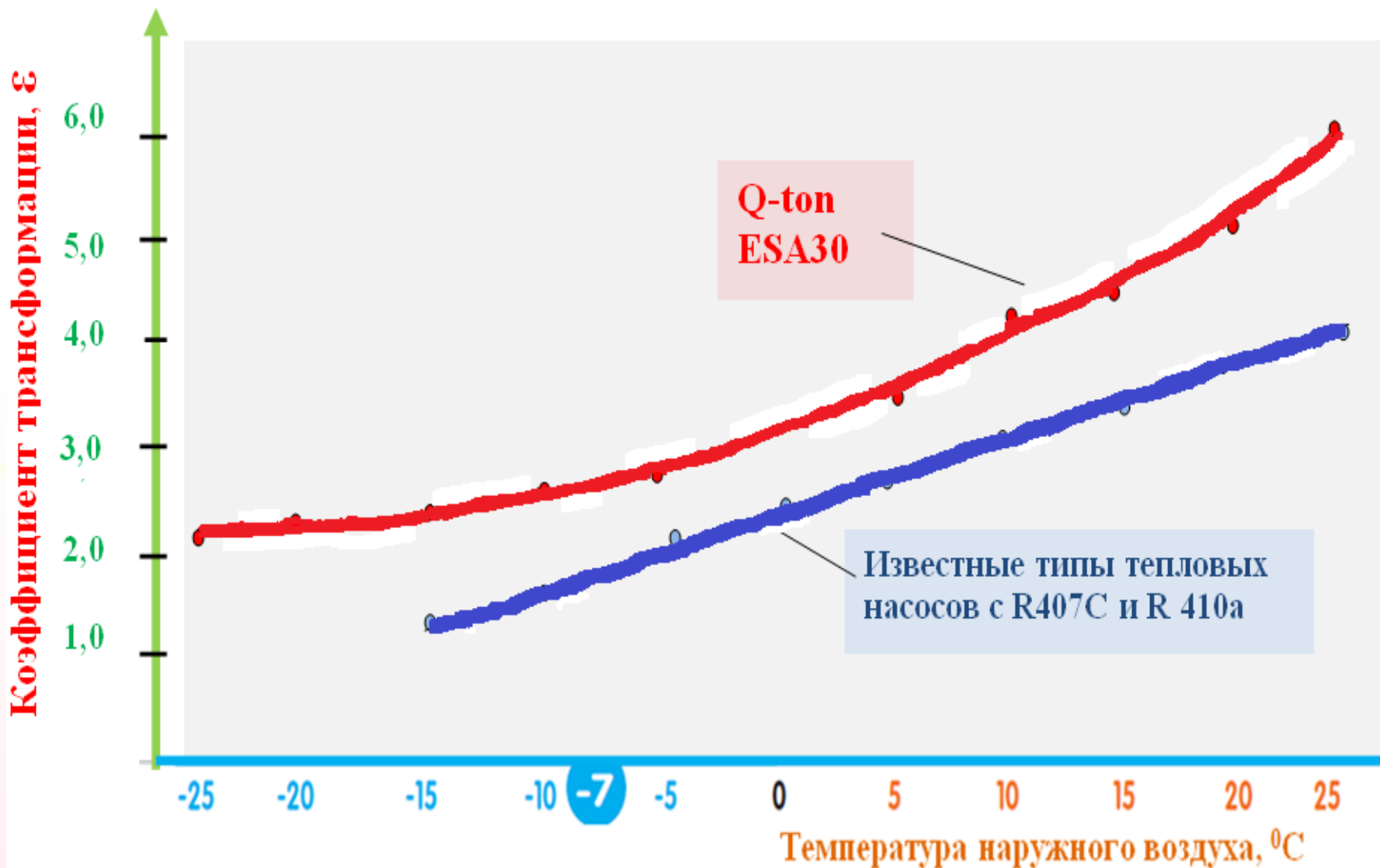


Результаты расчета эффективности теплового насоса «воздух-вода» для ГВ

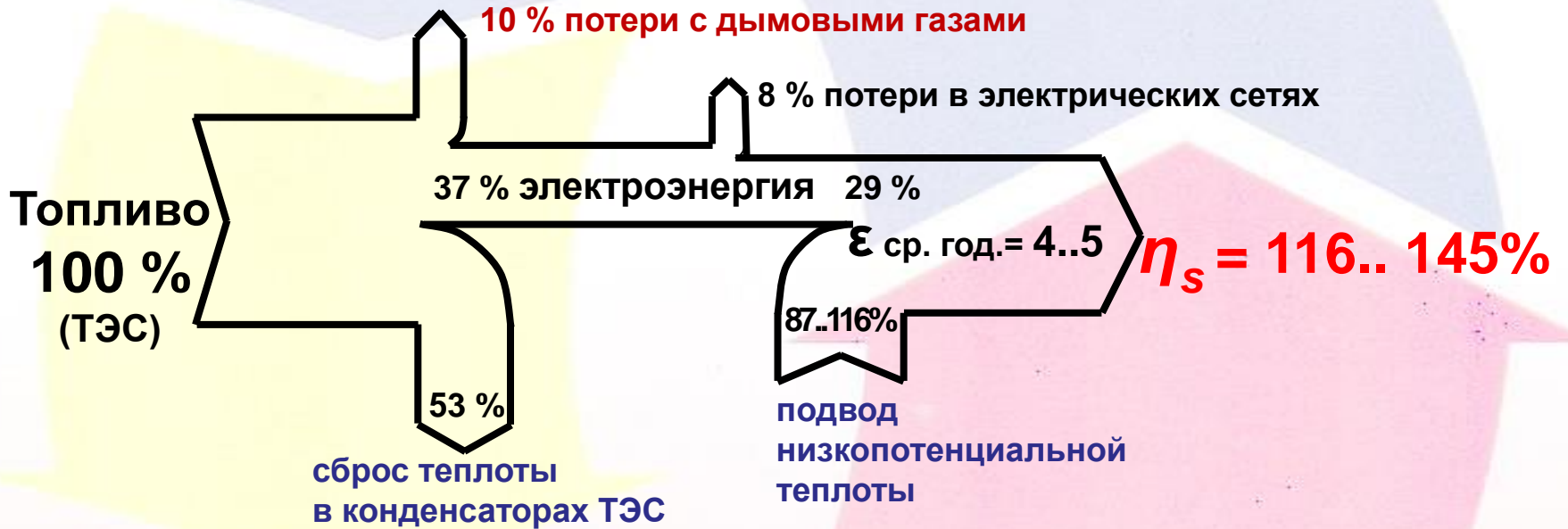
Наименование источников теплоснабжения	$Q_{\text{расч.}}$, кВт	$Q_{\text{год}}$, Гкал	Расход первичного топлива, т.т./год	Объем выбросов CO_2 , т.т./год	Плата за энергоносители, тыс. долл./год
Теплонасосная установка ГВ на основе Q-ton	30,0	216,0	12,3*	20,9	2,3***
Традиционное теплоснабжение от ТЭЦ			36,4**	61,9	8,5****

* - $b_{\text{эн. системы}} = 254,9$ кг у.т./МВтч; ** - $b_{\text{эн. системы}} = 168,4$ кг у.т./Гкал;
 *** - $C_{\text{эл.}} = 47,5$ долл./МВтч; **** - $C_Q = 39,5$ долл./Гкал

Зависимость $\epsilon = f(t_{\text{нар. воздуха}})$ при температуре $t_{\text{в1}} = 5^{\circ}\text{C}$ и $t_{\text{т3}} = 60^{\circ}\text{C}$



Диаграммы энергетических балансов теплового насоса «воздух-вода» и котельной

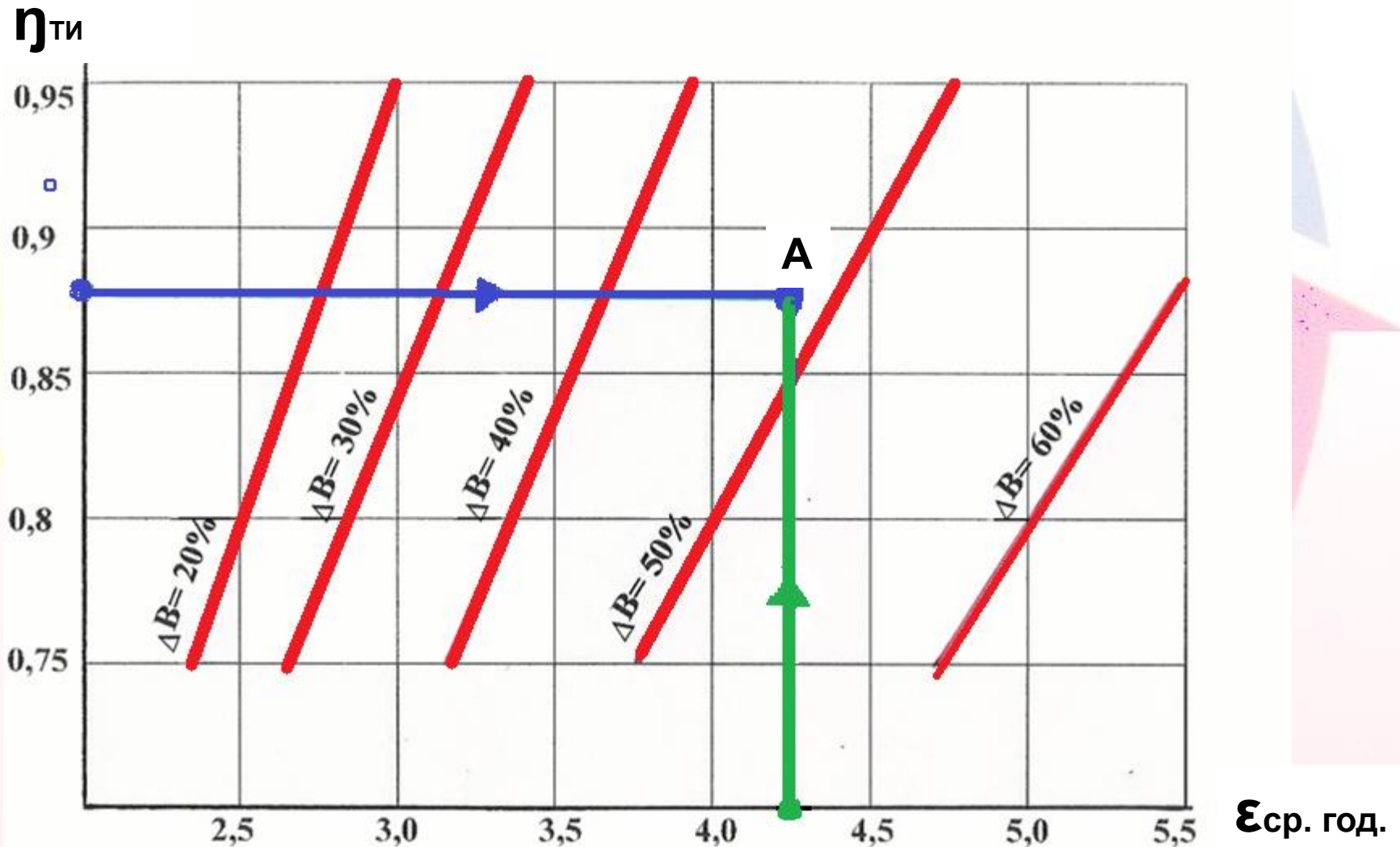


Классы источников теплоснабжения по энергетической эффективности

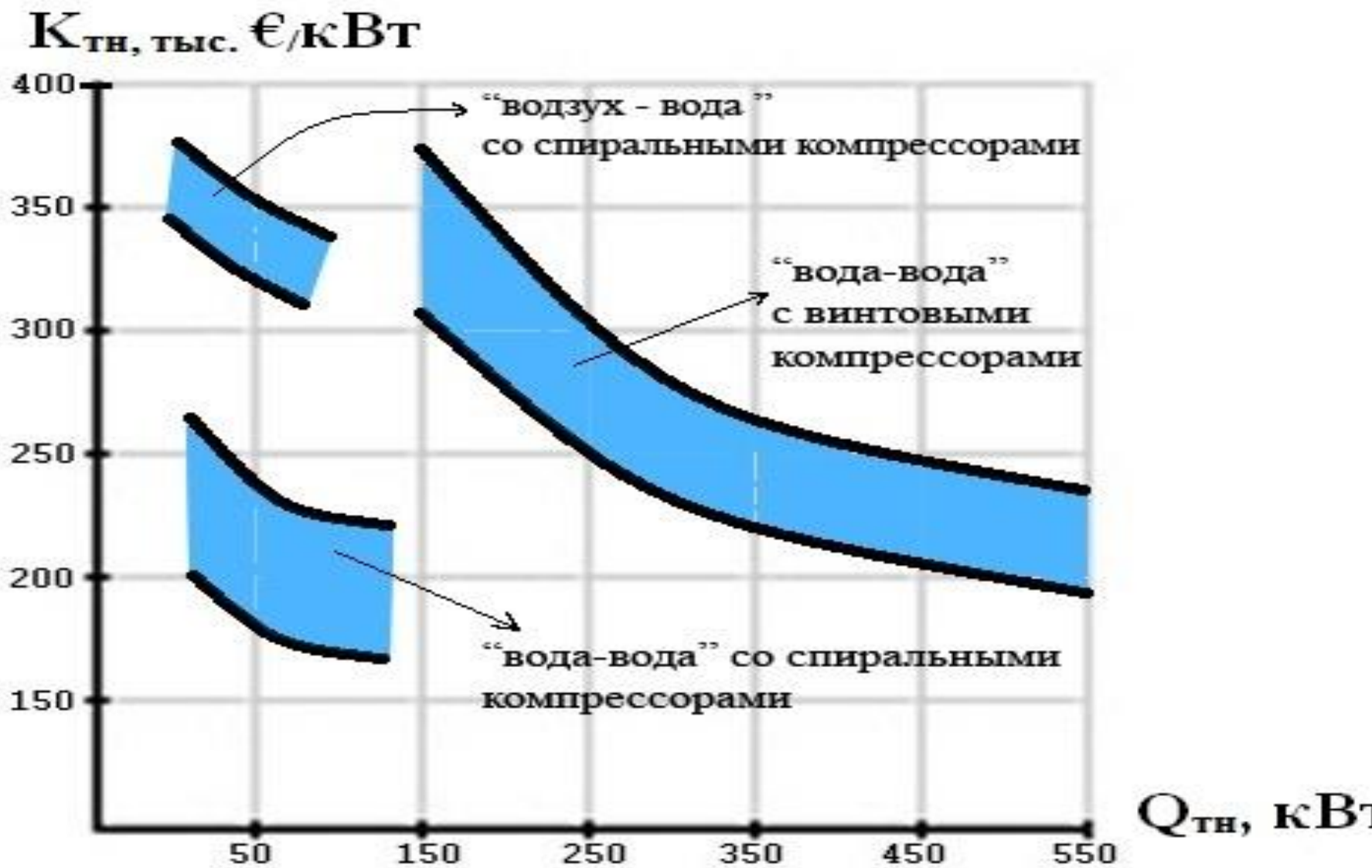


Класс эффективности	Средний за сезон коэфф. полезного использования топлива ,%
A+++	$\eta_s \geq 150$
A++	$125 \leq \eta_s < 150$
A+	$98 \leq \eta_s < 125$
A	$90 \leq \eta_s < 98$
B	$82 \leq \eta_s < 90$
C	$75 \leq \eta_s < 82$
D	$37 \leq \eta_s < 75$
E	$34 \leq \eta_s < 37$

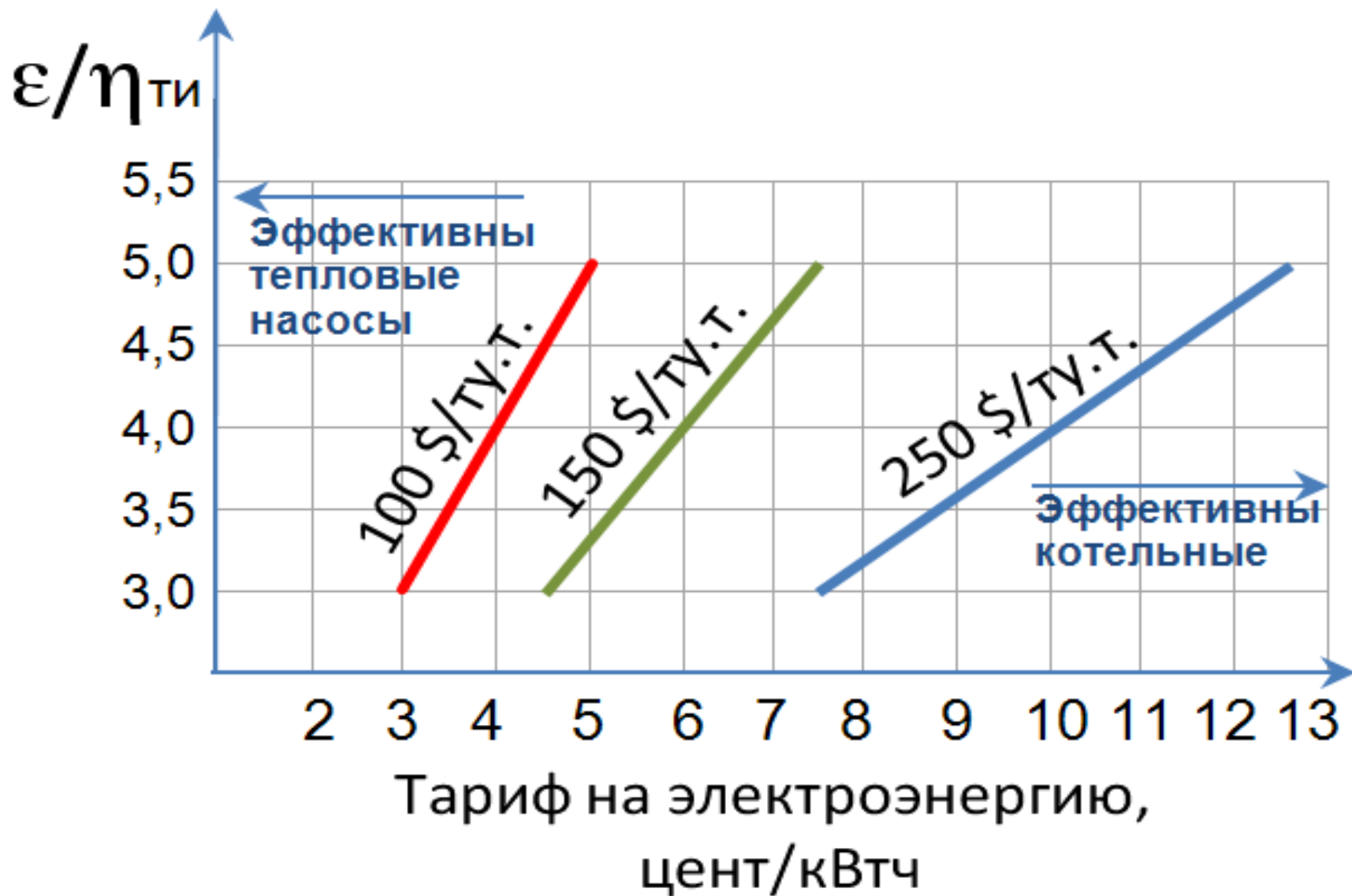
Зависимость $\Delta B = f(\eta_{ти}, \varepsilon)$



Зависимость $K_{TH} = f(Q_{TH})$



Зависимость эффективности ТН от значений $\eta_{\text{ТИ}}$, $\epsilon_{\text{ТН}}$ и цен на энергоресурсы



Удельные расходы топлива и тарифы на энергию

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

Цены на энергоресурсы для населения в РБ и приграничных государствах

Страны	Цены на энергоресурсы *		Отношение цен ПГ и ЭЭ
	Природный газ, руб. РФ/м ²	Электрическая энергия, руб. РФ/ <u>кВтч</u>	
Республика Беларусь	6,1	3,2	1,91
Россия	5,1	2,7	1,89
Украина	15,0	1,0	15,0
Литва	29,8	7,5	3,97
Латвия	29,2	7,7	3,79
Польша	29,9	8,0	3,74
Германия	40,7	16,9	2,4
Швеция	68,1	11,1	6,14

*- по данным Евростата для стран ЕС, РФ, Украины и РБ (на начало 2015 г.)



СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ !

gis46@mail.ru