

Проектирование систем отопления и горячего водоснабжения многоквартирных домов с использованием возобновляемых источников энергии. Опыт и практика проектирования в странах Евросоюза и Республики Беларусь.

Виктор Владимирович Покотилов
Эксперт ПРООН/ГЭФ, к.т.н., доцент
+375 29 6619901

Благодаря мероприятиям, предпринятым Правительством РБ в области энергосбережения, в настоящее время удельные годовые показатели снизились до **180...200кВт.ч/м²** (в том числе на отопление до 80...100 кВт.ч/м²). На горячее водоснабжение потребление составляет 100 кВт.ч/м².

Современные нормы Беларуси предусматривают удельное годовое потребление теплоты на нужды отопления - не более 60 кВтч/м². Общие годовые расходы составляют примерно **160кВт.ч/м²**. (В том числе на горячее водоснабжение 100 кВт.ч/м²).

Энергоэффективные современные пилотные жилые здания предусматривают удельное годовое потребление теплоты на нужды отопления - не более 25 кВт.ч/м². Общие годовые расходы составляют примерно **120кВт.ч/м²**. (В том числе на горячее водоснабжение 100 кВт.ч/м²).

Снизить потребление теплоты от тепловых сетей на нужды горячего водоснабжения возможно путём использования альтернативных источников тепловой энергии.

Германия ориентирует развитие энергетики за счёт использования возобновляемых источников энергии, как это было принято в Австрии уже несколько десятилетий тому назад.

В центральной Европе годовое количество солнечной энергии на горизонтальную поверхность составляет 1000...1400 кВт.ч/м² (в Германии – 1200, в Беларуси -1100 кВт.ч/м²).

И расчёта компенсации 40% годовых теплотрат на нужды горячего водоснабжения в результате внедрения гелиосистемы общее годовое потребление теплоты многоквартирным жилым домом составит:

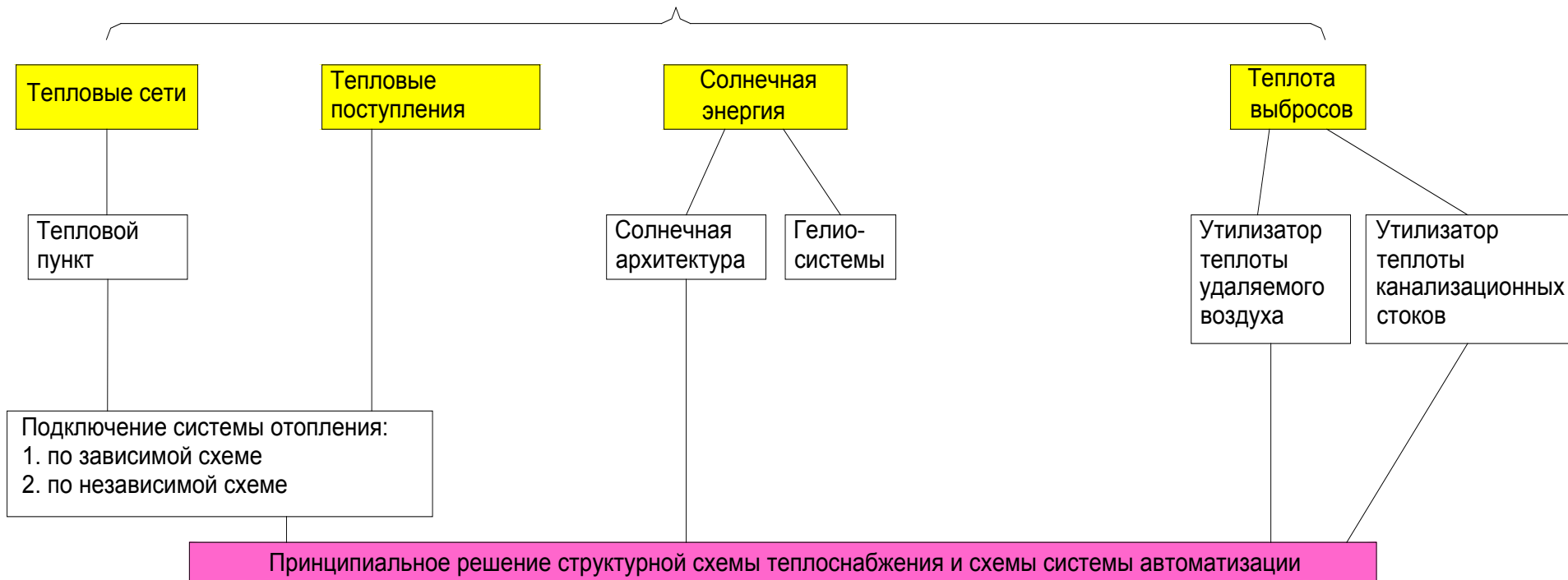
-для существующих зданий **140...160кВт.ч/м²** (в том числе на отопление до 80...100 кВт.ч/м²). На горячее водоснабжение - 60 кВт.ч/м².

-для проектируемых зданий **120кВт.ч/м²**. (В том числе на отопление до 60 кВт.ч/м² и на горячее водоснабжение -60 кВт.ч/м²).

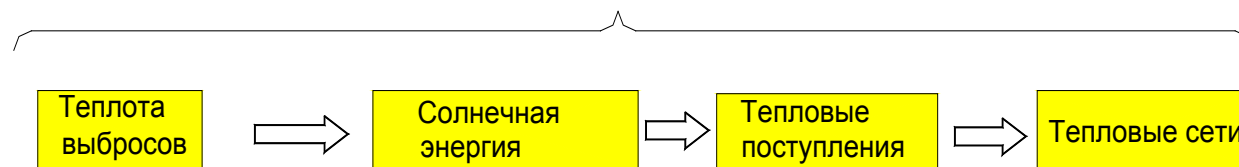
-для энергоэффективных современных пилотных зданий **85кВт.ч/м²**. (В том числе на отопление до 25 кВт.ч/м², и на горячее водоснабжение -60 кВт.ч/м²).

Блок-схема структурного построения системы теплоснабжения и системы автоматизации

ИСТОЧНИКИ ТЕПЛОВОЙ ЭНЕРГИИ



ПРИОРИТЕТ В ПРИМЕНЕНИИ ИСТОЧНИКА ТЕПЛОВОЙ ЭНЕРГИИ



Энергосбережение в системах отопления жилых зданий:

1. При проектировании

- формообразование и ориентация здания
- энергоэффективная квартальная застройка
- системы автоматизации
- конструкция системы отопления
- гелиосистема теплоснабжения и горячего водоснабжения

2. При реконструкции здания и системы отопления

- утепление ограждающих конструкций
- системы автоматизации

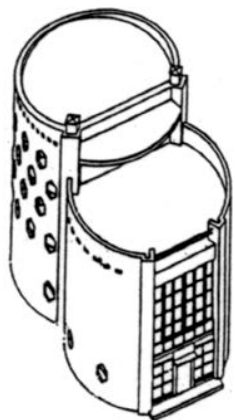
3. При эксплуатации здания и системы отопления

- оптимальные режимы автоматизации системы отопления
- оптимальные режимы вентиляции

«Солнечная архитектура»

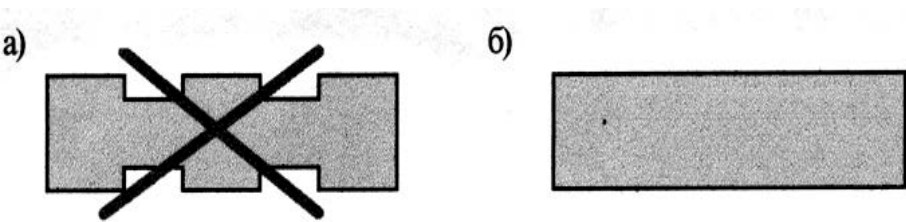
- формообразование и ориентация здания
- энергоэффективная квартальная застройка

«Солнечная архитектура» позволяет с минимальными затратами получать солнечную энергию на отопление здания. Необходимо, чтобы само здание соответствовало принципам солнечной архитектуры, а также и градостроительные решения соответствовали этим принципам.

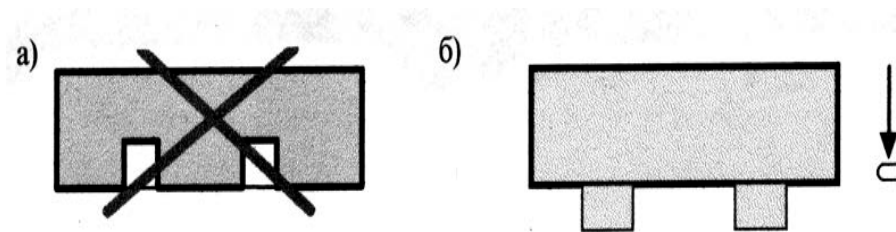


Существует множество различных типов энергоэффективных зданий солнечной архитектуры. Классическим отечественным примером такого здания является индивидуальный дом архитектора К.Мельникова, построенный в 1929г. в Москве

Варианты формообразования жилого дома (в плане)



Формообразование жилого дома с незадымляемой лестничной клеткой



а) энергозатратная; б) энергоэффективная

а) энергозатратная; б) энергоэффективная

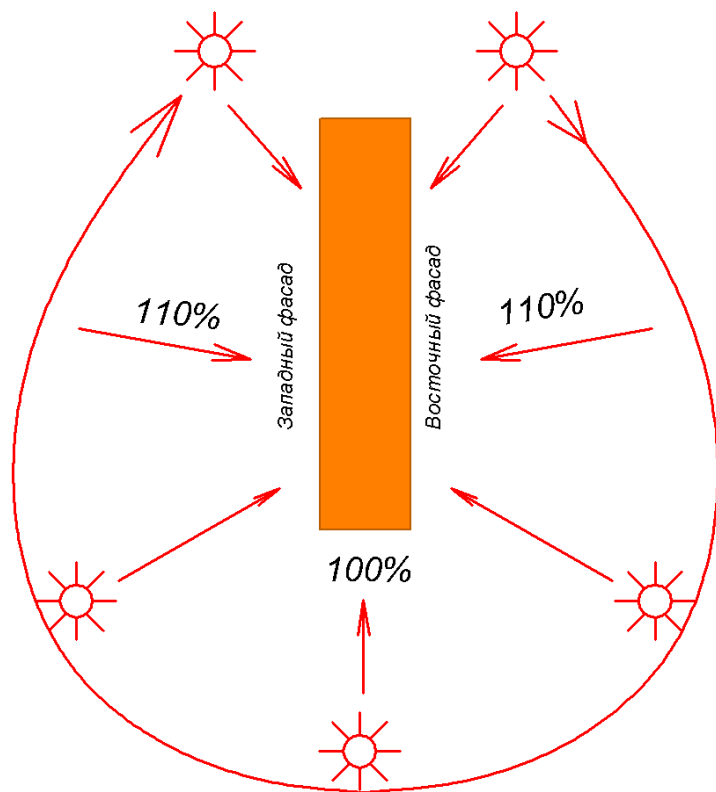
Проблемы энергосбережения в Беларуси всегда связывают только с зимним периодом, забывая, что и в летний период года жильцы также должны иметь комфортные условия проживания без дополнительных капитальных и эксплуатационных затрат.

Традиционные архитектурные принципы наших архитекторов вынуждают приобретать холодильную и вентиляционную технику, на эксплуатацию которой расходуется значительное количество электроэнергии и денег.

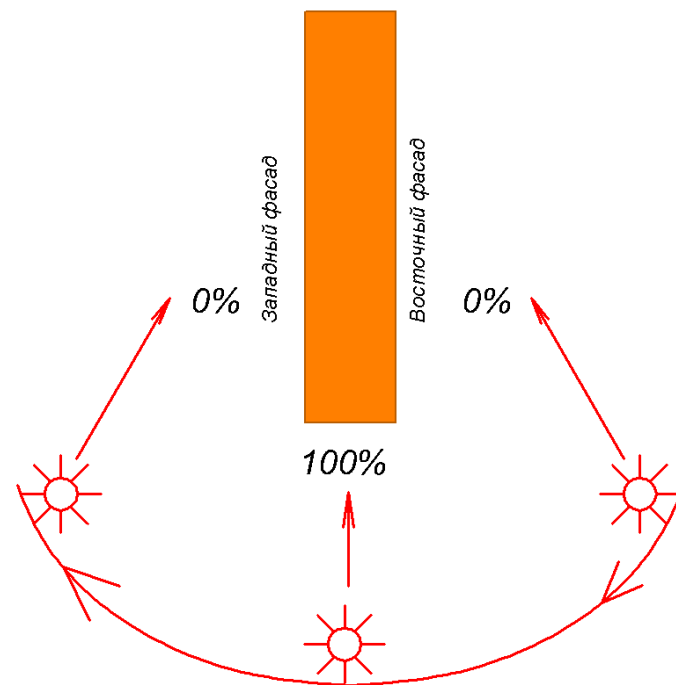
Созданную архитекторами проблему перегрева помещений приходится решать сантехникам за счёт средств застройщиков. Можно выделить хотя бы некоторые наиболее грубые ошибки, связанные с незнанием особенностей климата Беларуси.

Летом в течение дня на окна как восточного, так и западного фасадов поступает солнечной энергии в 1,1 раза больше, чем на южный фасад, то есть за сутки на восточный и западный фасады теплоступления в 2.2 раза выше, чем на южный. Так как в жилой застройке преобладают здания меридианальной ориентации, то исходный радиационный перегрев им изначально обеспечен

Летний период

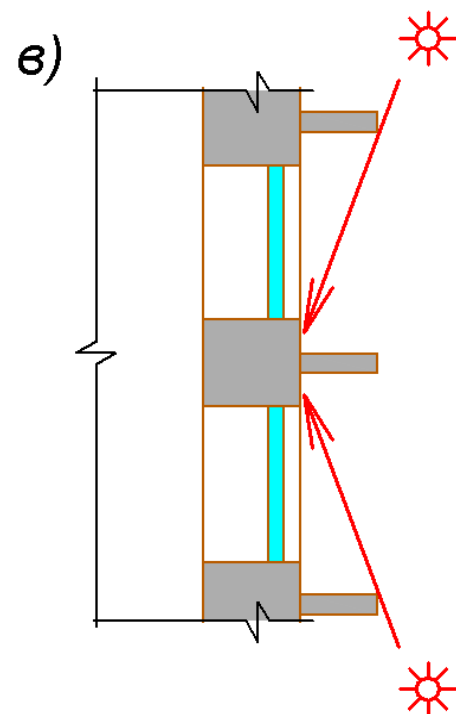
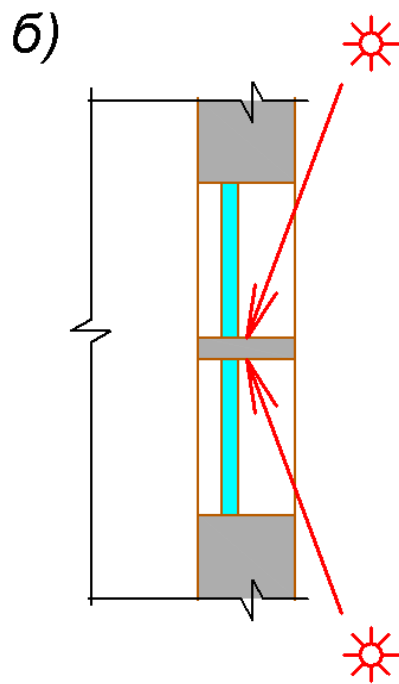
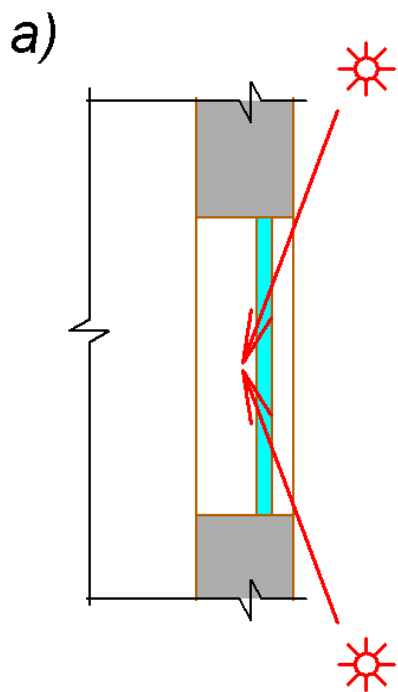


Зимний период

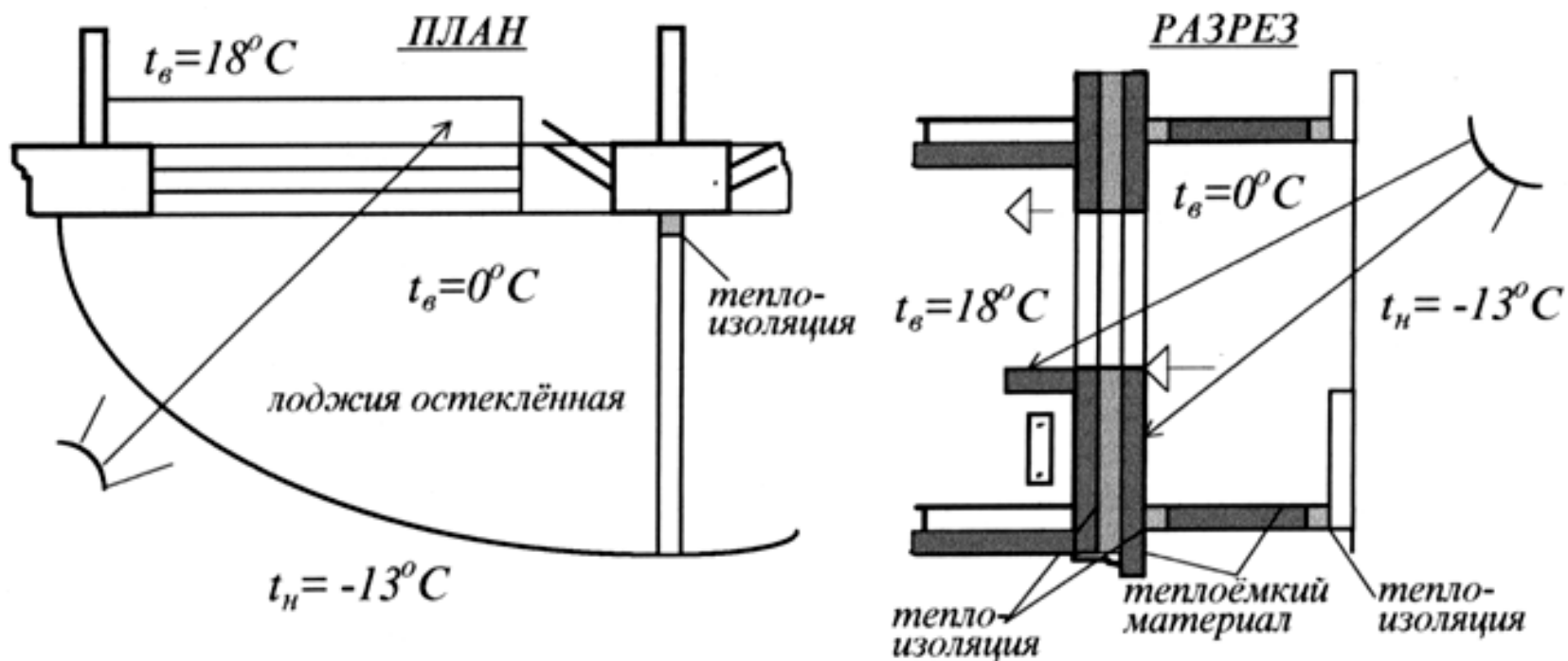


Летний перегрев для таких зданий через окна можно исключить путём формирования фасадов (восточного и западного) в соответствии с простейшими принципами солнечной архитектуры.

На рис. а) показаны причины перегрева из-за поступления излучения в объем помещения, а на рис. б), в) показаны фрагменты плана здания с классическими конструкциями формирования прагматичных энергоэффективных решений для восточного и западного фасадов.



Энергоэффективное решение южного фасада

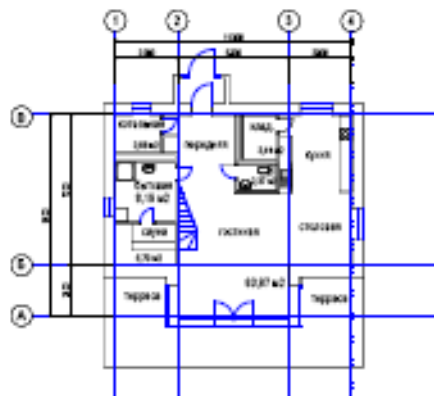


Принципы проектирования зданий, эксплуатируемых в полном согласии с радиационным климатом местности, описаны в трудах Сократа, Платона и др. Для Беларуси примером могут служить сохранившиеся до настоящего времени в Иране жилые и общественные постройки, которые в условиях пустыни (ночью 0°C , днём $+40^{\circ}\text{C}$, а в среднем за сутки $+20^{\circ}\text{C}$ – как и в Беларуси) имеют комфортные условия микроклимата помещений за счет «солнечной» архитектуры без использования каких-либо кондиционеров.

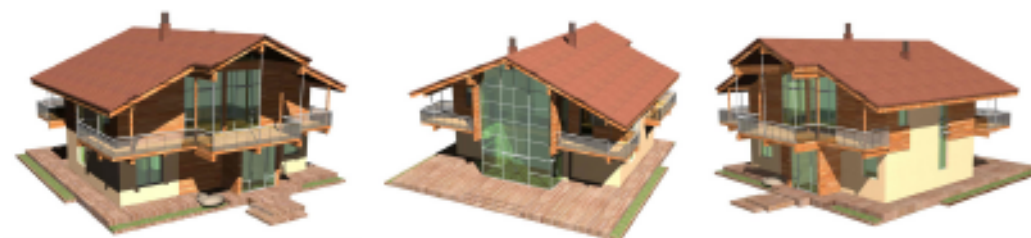
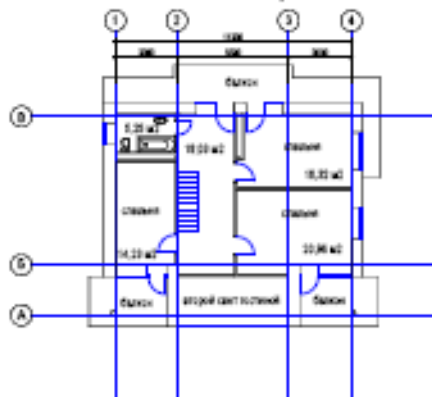
Архитекторы Европы широко применяют современные принципы «солнечной архитектуры». Такие здания имеют более низкую себестоимость строительства по сравнению с традиционным домостроением именно за счёт использования принципов «солнечной архитектуры» и принципов полифункциональности конструктивных узлов зданий. Например, более 40 лет тому назад в Англии, США, Дании и др. были построены здания солнечной архитектуры, отопление которых в течение всего года осуществляется за счет солнечной энергии.

Некоторые архитекторы Беларуси, как, например, заслуженный архитектор БССР А.А.Соболевский, архитектор А.В.Осененко, реализуют принципы биоклиматической архитектуры в своих проектных произведениях.

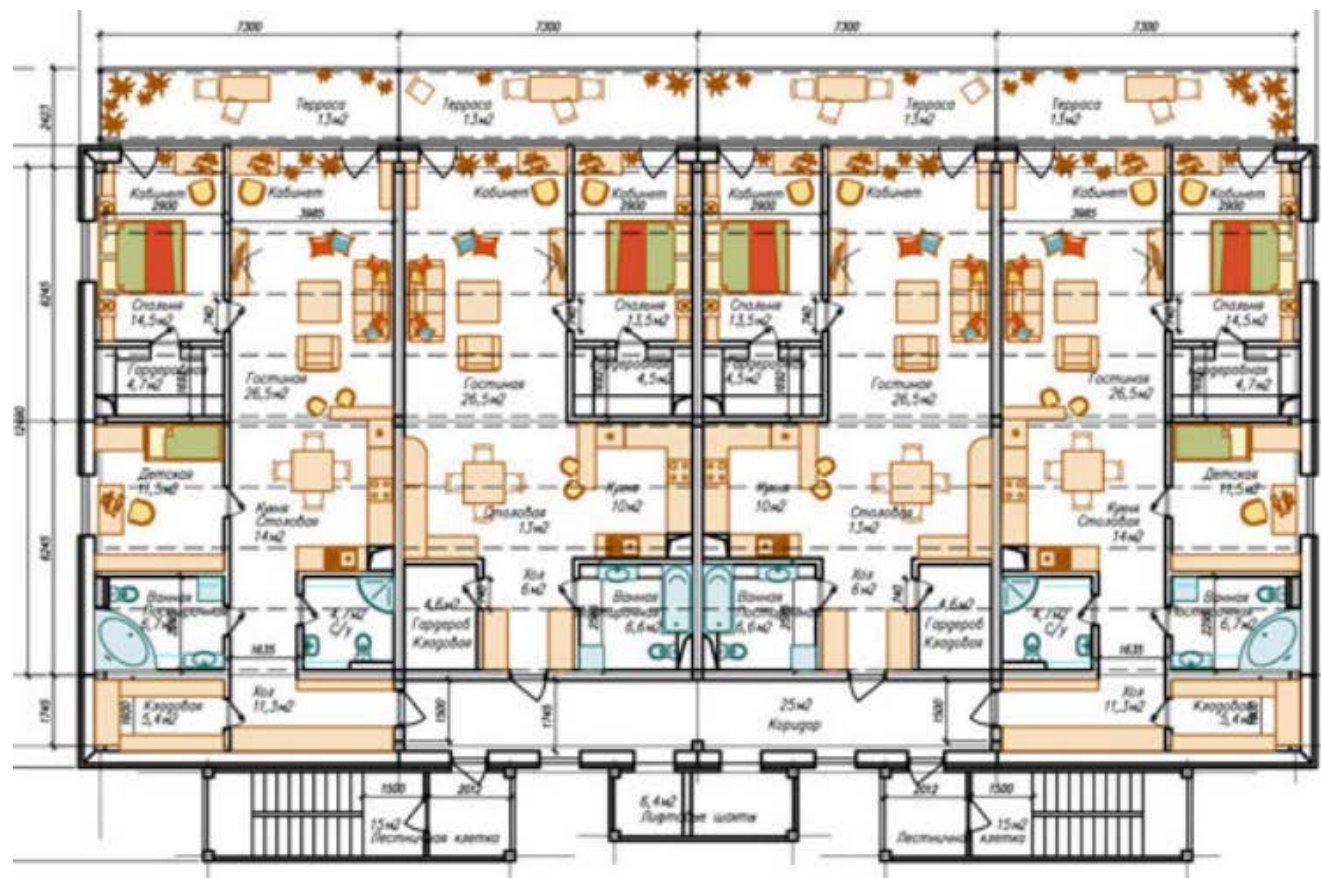
Первый этаж



Второй этаж



Многоквартирный жилой дом солнечной архитектуры архитектора Татьяны Эрнст (г.Киев)

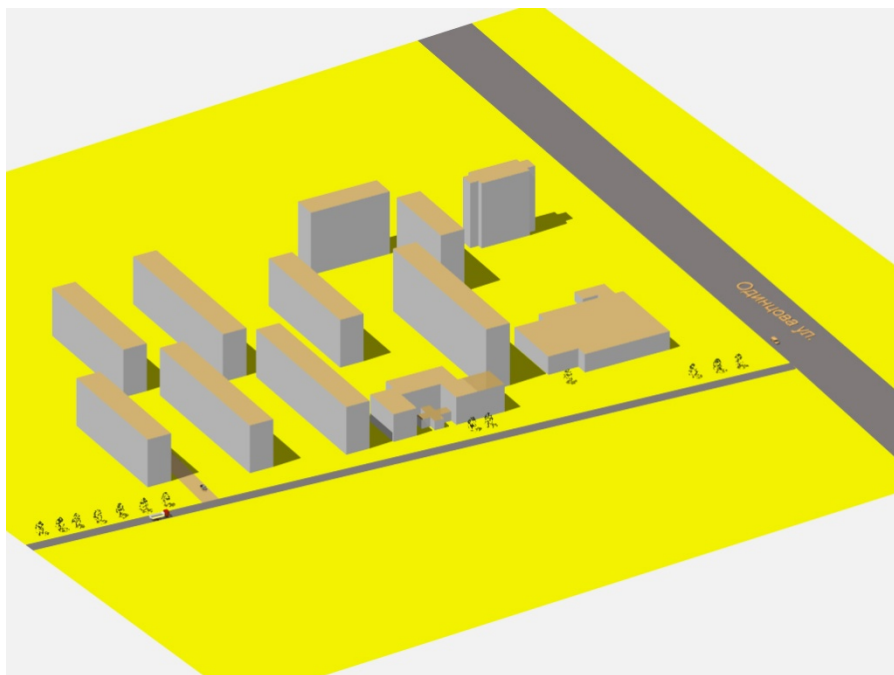


Все жилые комнаты ориентированы на юг, с этой стороны есть приставные террасы, которые защищают от высокого летнего солнца, а зимой солнечная энергия хорошо проникает в помещения, через остекление максимально возможного размера. На плоской кровле, а также на наклонной части крыши с южной стороны дома размещены гелиоколлекторы.

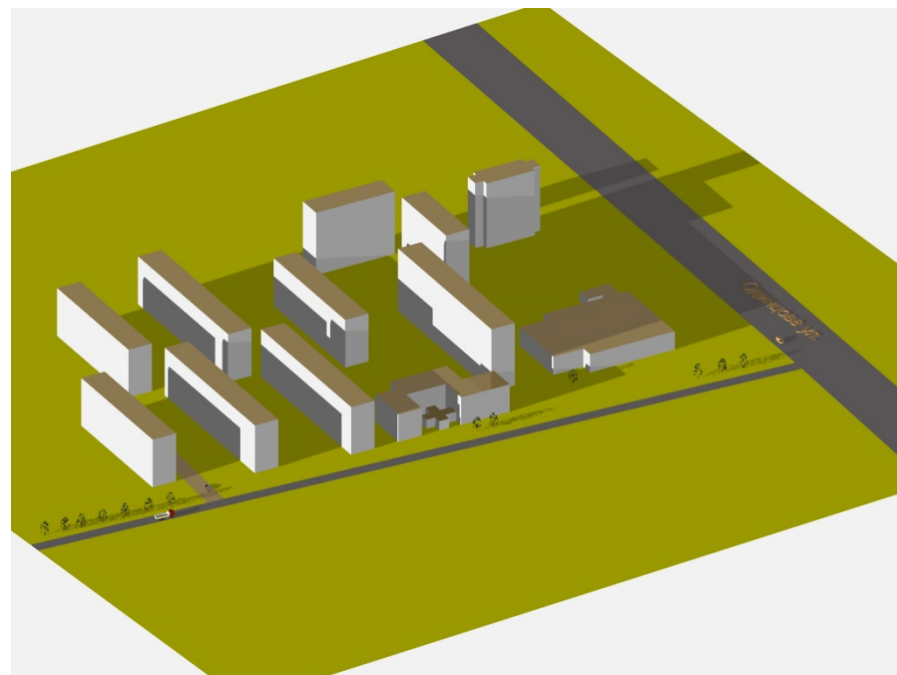
С северной стороны располагается коридор-холл с минимальным остеклением, который защищает дом от северных ветров. Также с северной стороны к дому приставляются неотапливаемые лестничные клетки и лифтовая шахта. В конструктивных узлах здания отсутствуют теплопроводные «мостики».

Исходный квартал со зданиями широтной ориентации в г.Минске, квартал застройки жилыми домами широтной ориентации по улице Одинцова микрорайона Запад)

Планировка квартала создаёт перегрев в помещениях летом и не позволяет использовать солнечную энергию зимой из-за взаимной затенённости зданий



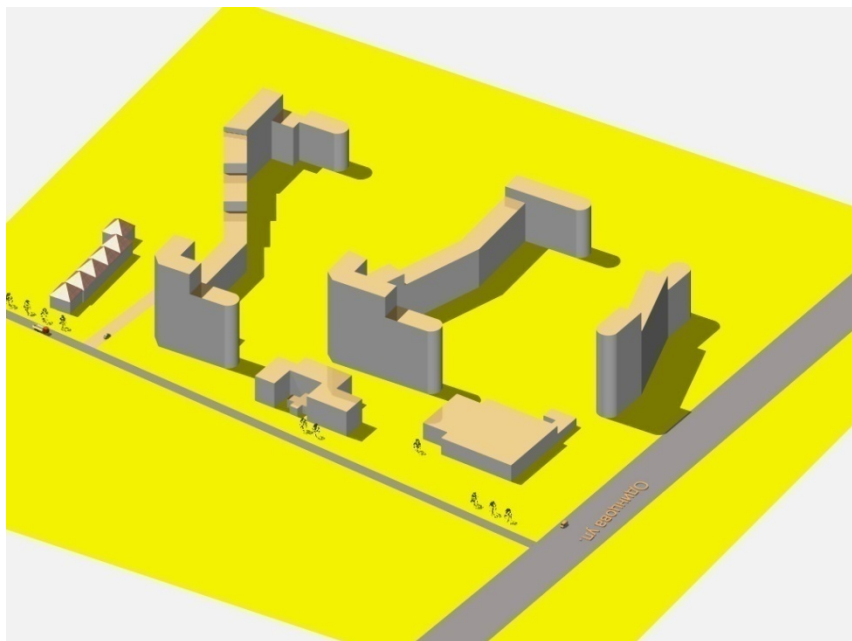
Тенеобразование в квартале в полдень 22 июня.



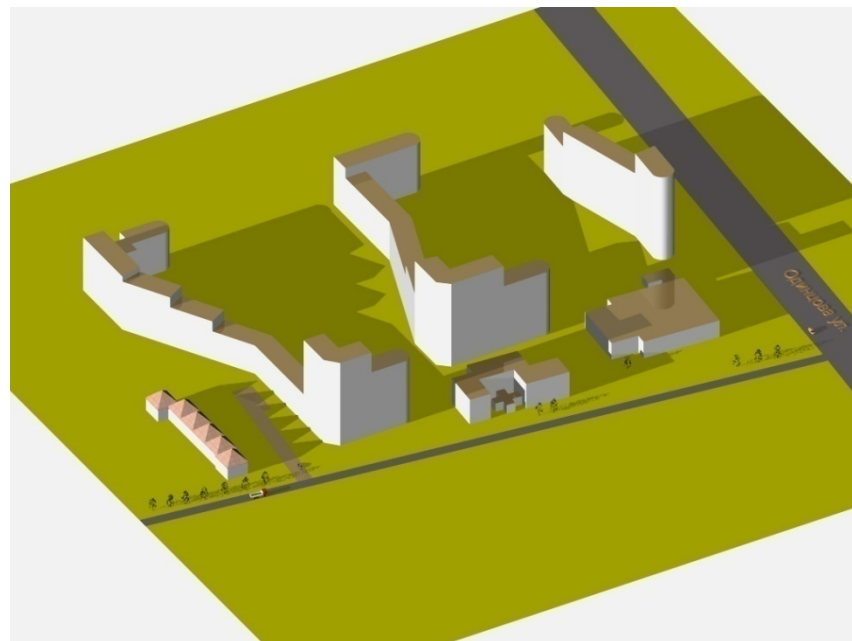
Тенеобразование в квартале в полдень 21 декабря.

Вариант энергоэффективного решения квартальной застройки

Исходный неэффективный квартал по улице Одинцова микрорайона Запад) мы преобразовали в энергоэффективный с сохранением всех параметров застройки указанной площадки.



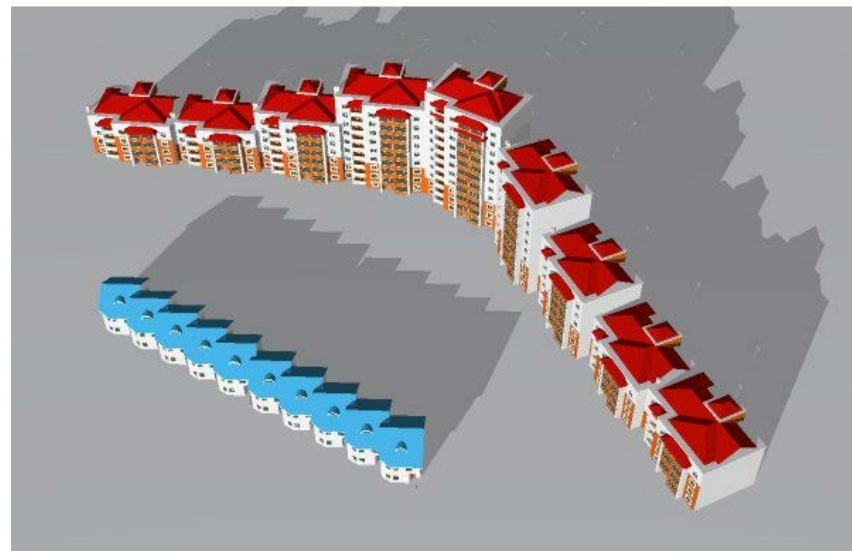
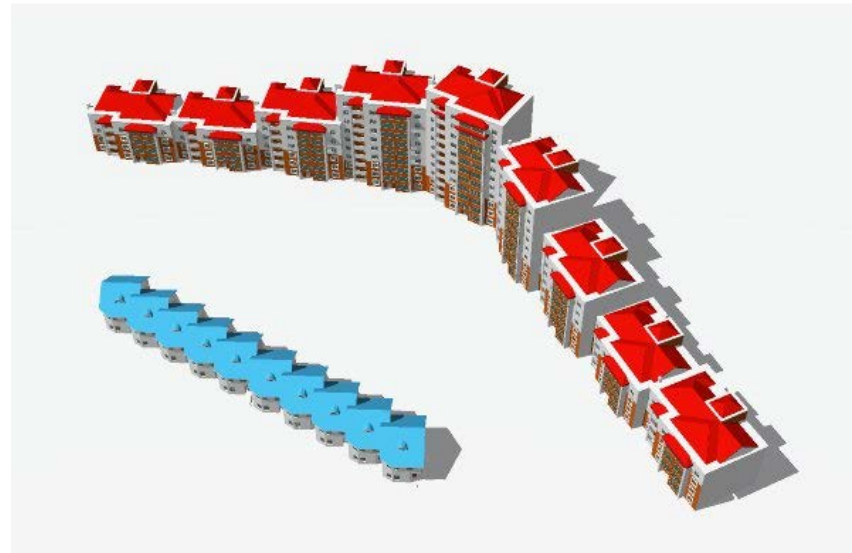
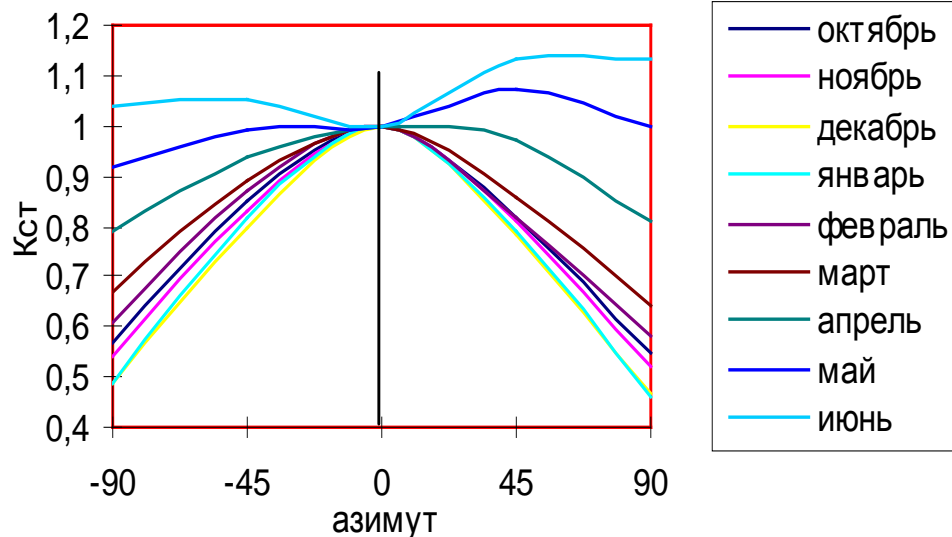
Тенеобразование в квартале в полдень 22 июня.



Тенеобразование в квартале в полдень 21 декабря.

Энергоэффективная квартальная застройка

Предлагаем формировать планировку жилой застройки в виде треугольной ячейки из разноэтажных зданий. В этом случае исключается взаимное затенение зданий, обеспечивается инсоляция внутренних дворов и затененность дорог и проездов. Две стороны треугольной ячейки имеют угол наклона 32° и 24° по отношению к третьей. Они состоят из многоэтажных зданий с числом этажей, постепенно увеличивающимся в направлении их внутреннего угла. Третья сторона имеет широтную ориентацию и состоит из 1-2 этажных зданий, расположенных в ряд. Анализ поступления солнечного излучения для двух крайних периодов года доказывает, что летом комнаты защищены от перегрева, а зимой солнечное излучение достигает внутреннего пространства каждой квартиры



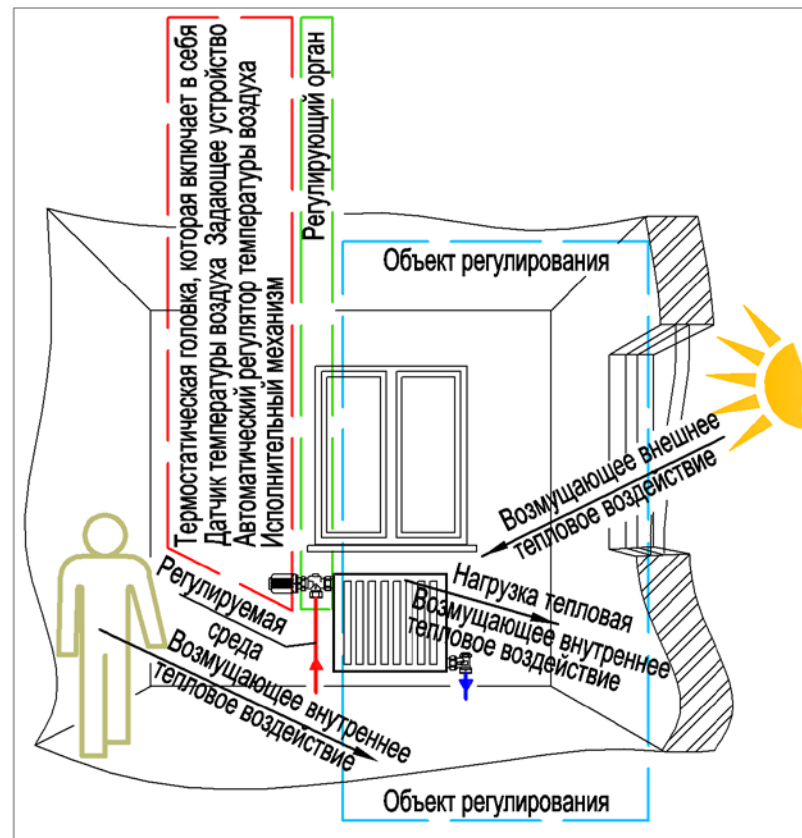
Система автоматизации

При проектировании автоматизированных систем водяного отопления объектом регулирования является отапливаемое помещение.

Регулируемым параметром является температура воздуха, измеряемая датчиком, установленным в контрольной точке помещения.

Нерегулярные внешние тепловые возмущения представляются в виде солнечного излучения, в виде охлаждающего воздействия внешних ветровых потоков, в виде инфильтрации наружного холодного воздуха.

Нерегулярные внутренние тепловые возмущения обусловлены процессами жизнедеятельности и происходят от людей, электрических приборов, огневых источников теплоты, технологических процессов.



Автоматическое регулирование температуры воздуха в помещении с помощью термостатической головки клапана радиатора

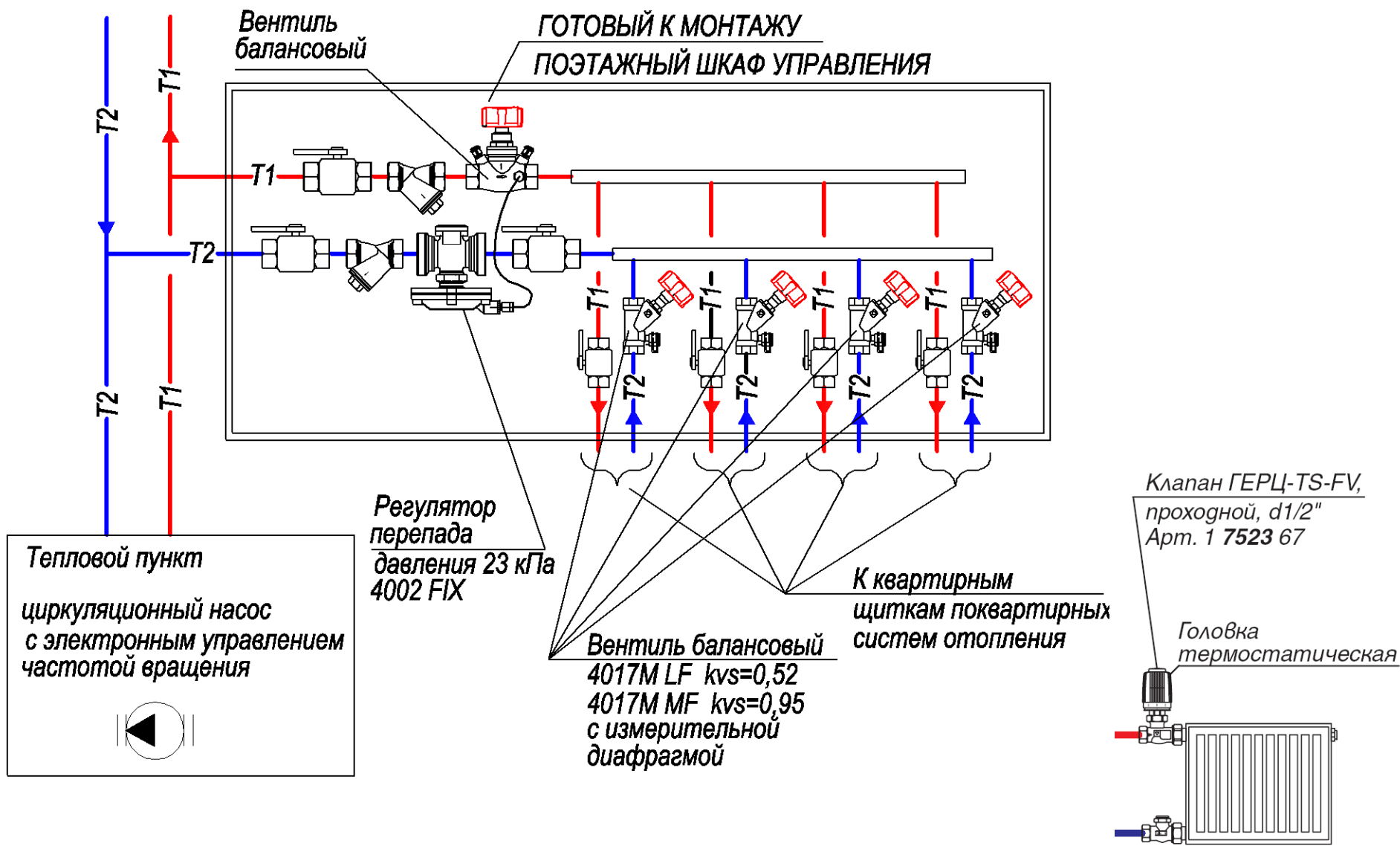
Автоматические регуляторы температуры воздуха помещений являются основными регуляторами, так как именно они позволяют использовать теплоту внешних и внутренних теплопоступлений, обеспечивая реальную энергоэффективность системы отопления и здания. К тому же эти регуляторы способствуют перераспределению тепловых потоков между помещениями.

Другие регуляторы, применяемые в системе отопления, являются дополнительными автоматизированными устройствами, призванными оптимизировать работу основных регуляторов, установленных в отапливаемых помещениях. Например, следящий регулятор, поддерживающий температуру теплоносителя на выходе из теплового пункта в зависимости от температуры наружного воздуха, позволяет повысить качество регулирования основного регулятора- радиаторного термостата.

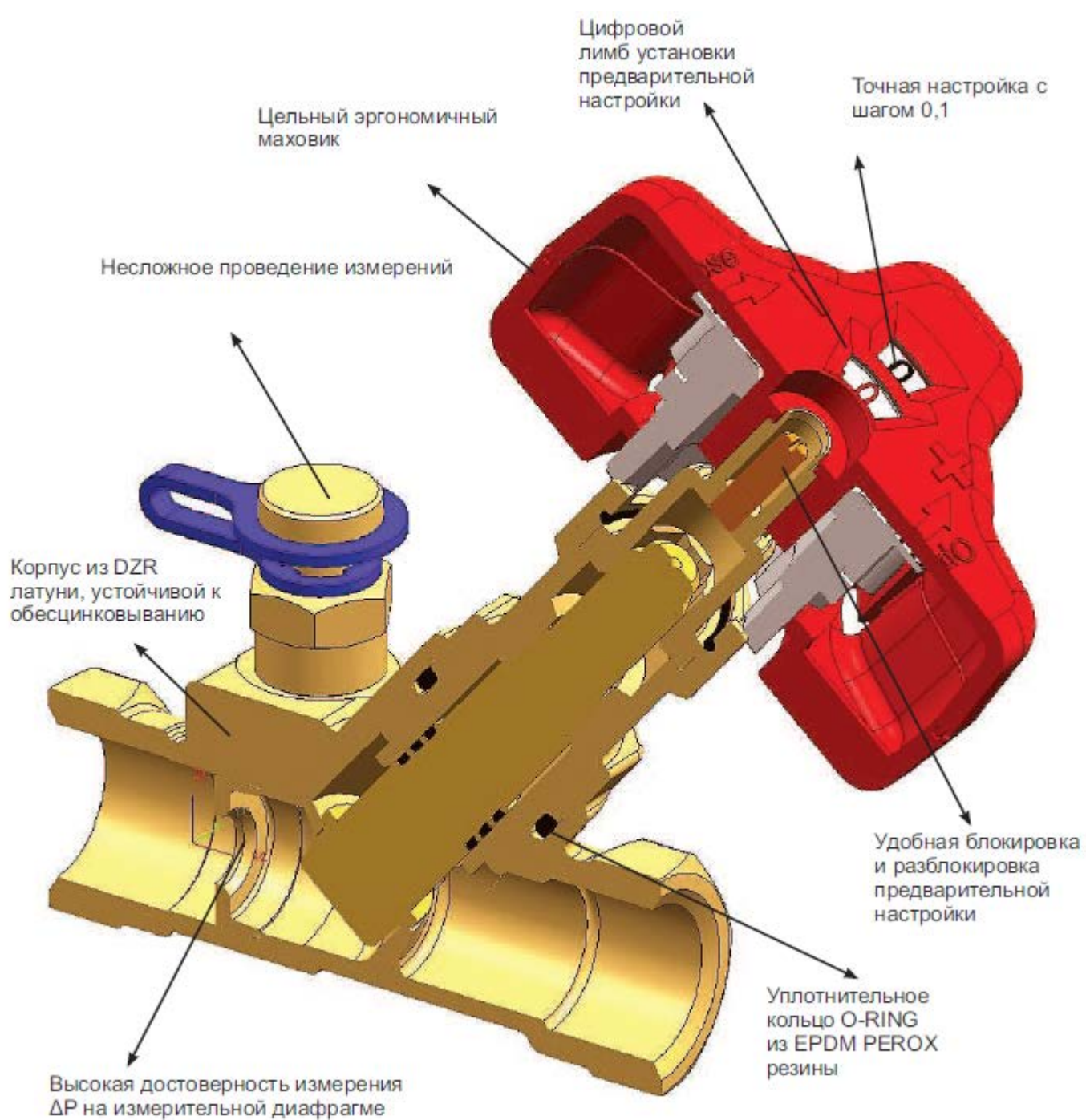
Регулятор перепада давления на стояке двухтрубной системы отопления не позволяет увеличиваться перепаду давления на радиаторном клапане.

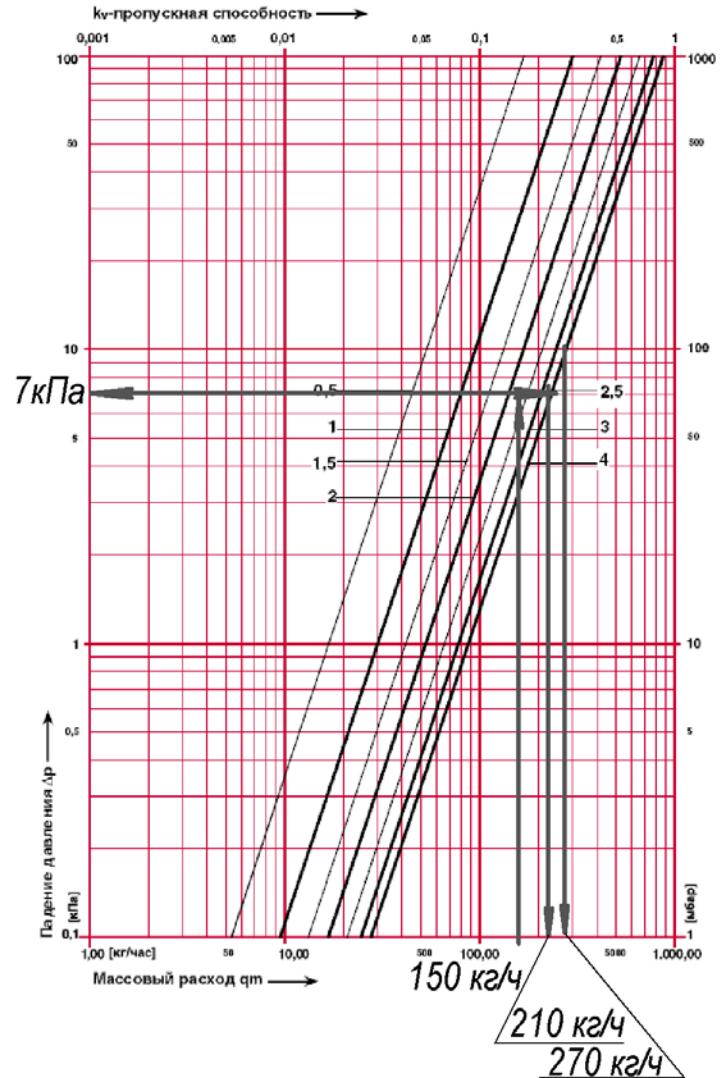
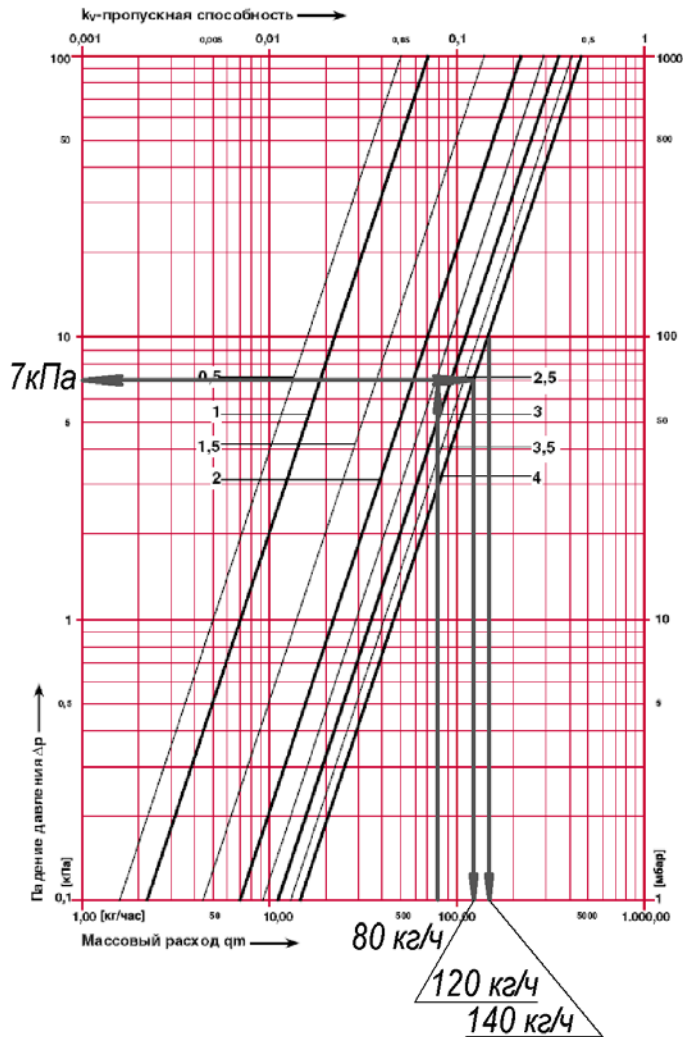
Регуляторы расхода на стояках однотрубной системы отопления автоматически поддерживают задаваемые расходы воды независимо от гидравлических возмущений в гидравлической сети.

Низкотемпературная система отопления



двухтрубная поквартирная системы водяного отопления

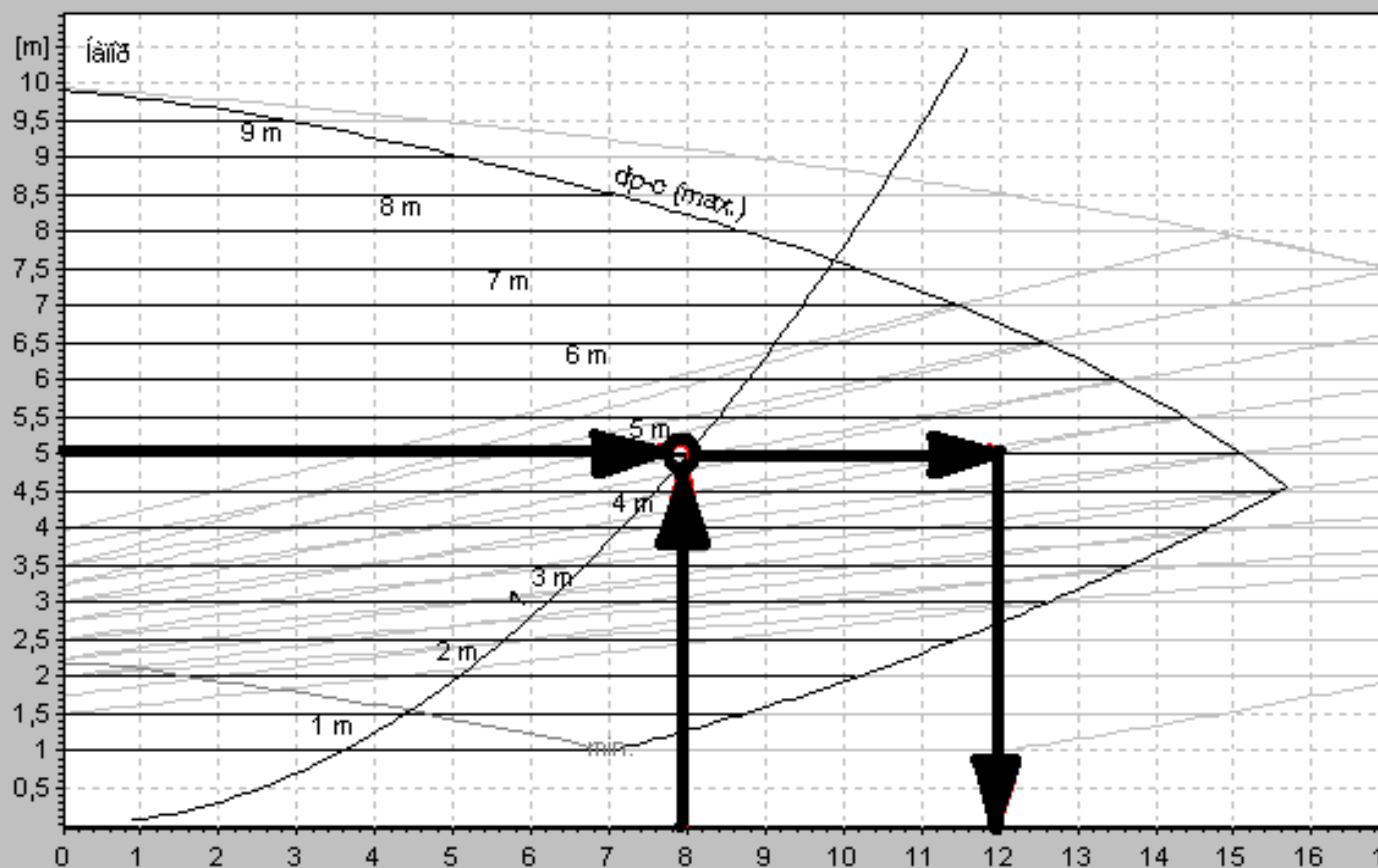




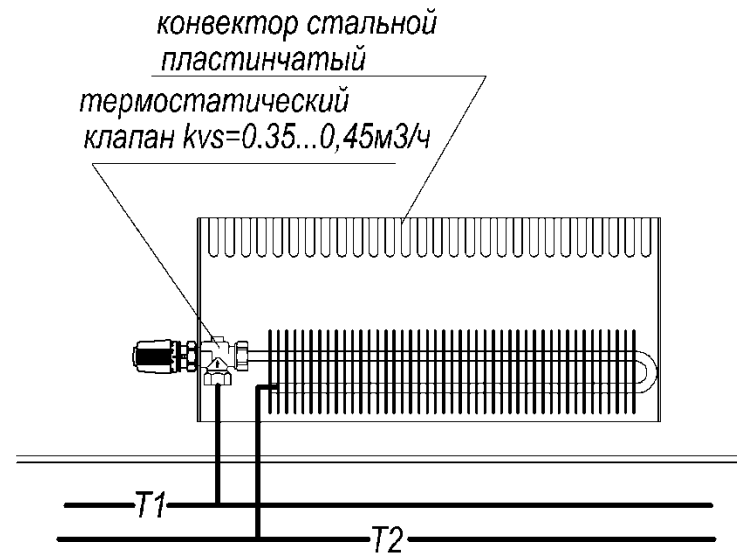
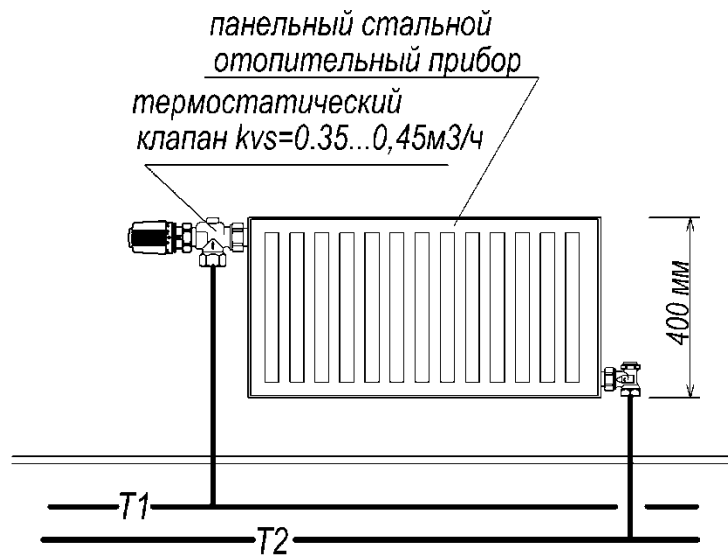
Анализ гидравлических характеристик балансового вентиля 4017MLF с измерительной диафрагмой

Анализ гидравлических характеристик балансового вентиля 4017MMF с измерительной диафрагмой

Вид ▾ Настройка диаграммы ▾

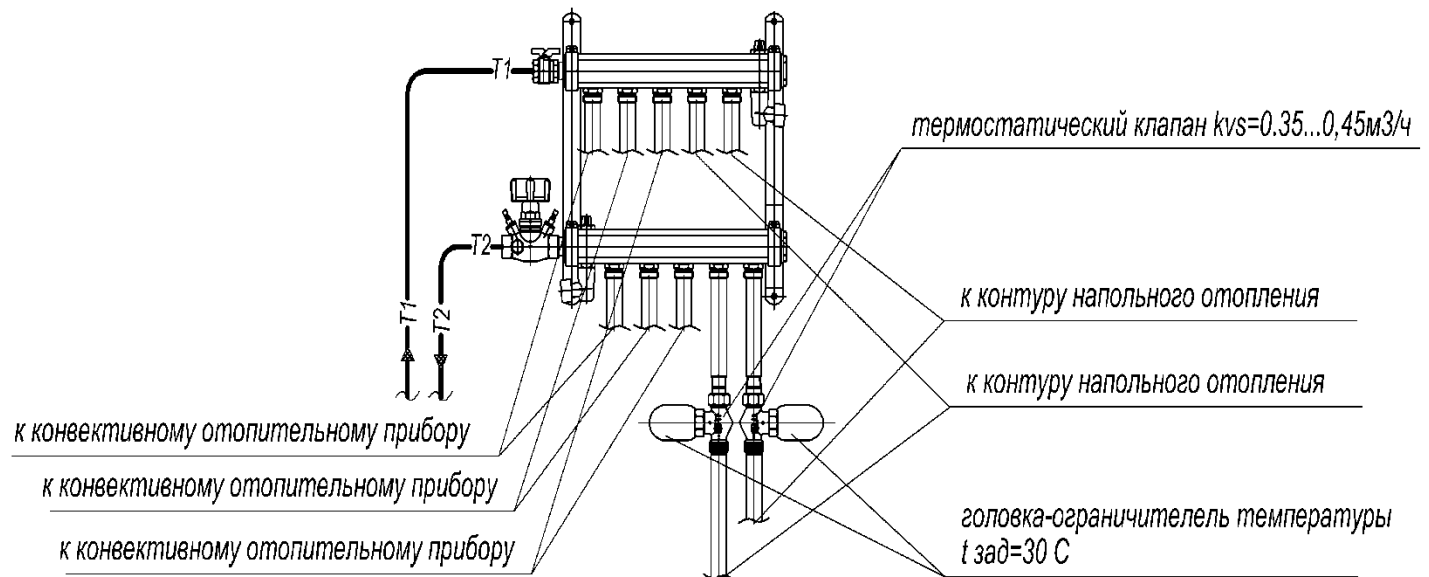


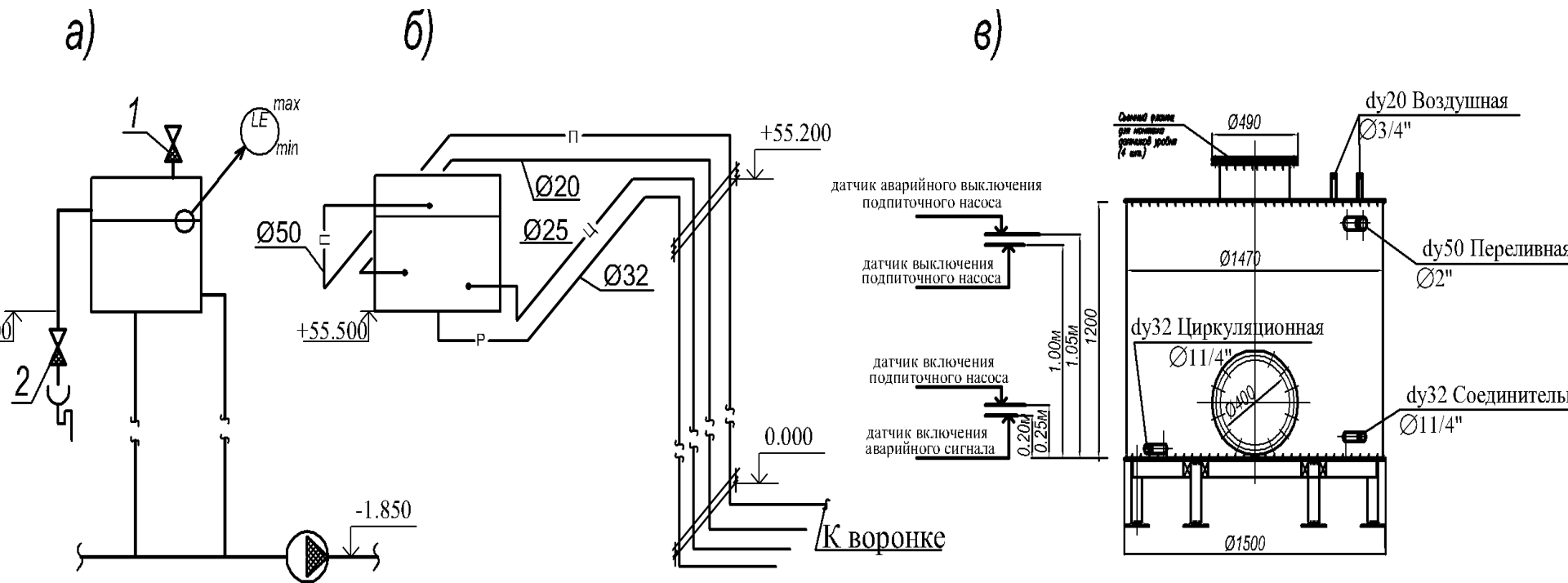
Анализ реакции циркуляционного насоса с электронным управлением на вмешательство жильцов в настройки балансовых вентилей



Предлагаемые варианты конвективного низкотемпературного отопления

Предлагаемый вариант гребёнок квартирного распределителя





Предлагаемый расширительный бак, устанавливаемый в верхней точке системы низкотемпературного водяного отопления (на примере реконструкции системы отопления учебного корпуса №15 БНТУ).

а) принципиальная схема; 1-обратный клапан для входа воздуха, 2-обратный клапан на переливной трубе;

б) фрагмент схемы проектного решения;

в) фрагмент сборочного чертежа расширительного бака ёмкостью 3м³.

Гелиосистемы теплоснабжения и горячего водоснабжения отопления

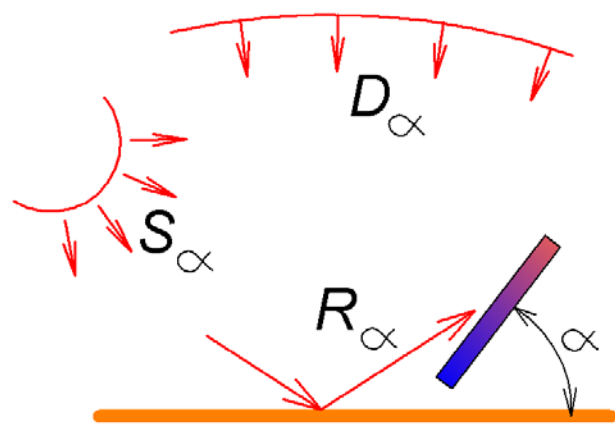
В сравнении с другими альтернативными системами, гелиосистемы с плоскими коллекторами и суточным тепловым аккумулятором обладают следующими **достоинствами**:

- 1.Срок службы гелиосистемы до **30 лет** и более.
- 2.Гарантийный срок обслуживания до **5...10 лет**.
- 3.Минимальные эксплуатационные затраты.
- 4.Не требуют высококвалифицированного обслуживания.
- 5.Имеют минимальный уровень годовых совокупных дисконтированных затрат (**СДЗ**).
- 6.Имеют малый срок окупаемости, который составляет не более **10...12 лет**.
- 7.Гелиоколлекторы выдерживают дождевую, ветровую, снеговую нагрузку и удары града в пределах существующих показателей климата.

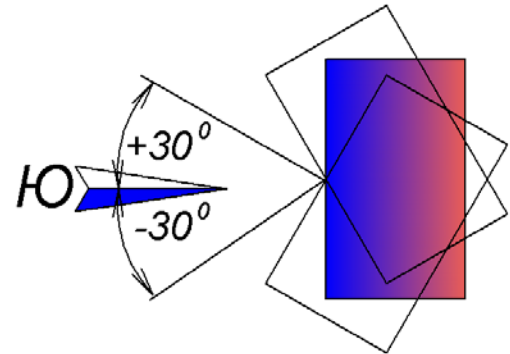
К недостаткам гелиосистем горячего водоснабжения с плоскими коллекторами можно отнести следующее :

- 1.Суточная неравномерность поступления солнечной энергии.
- 2.Неравномерность поступления солнечной энергии в течение года.
- 3.Необходимость создания тепловых аккумуляторов на сутки, на двое суток, и в некоторых случаях – сезонных аккумуляторов.
- 4.Перегрев гелиоколлекторов до 150 градусов в периоды выключения циркуляционного насоса.
- 5.Необходимость в дополнительном источнике теплоты, мощность которого способна заместить 100% потребности.
- 6.Необходимость систематического контроля работоспособности мембранного расширительного бака с регистрацией проведенных работ. Поэтому для крупных гелиосистем, к которым относятся гелиосистемы жилых многоэтажных зданий следует проектировать не менее 2-х мембранных расширительных баков.

Общие сведения по проектированию гелиосистем теплоснабжения зданий



Вид сверху



$$Q_{\alpha} = S_{\alpha} + D_{\alpha} + R_{\alpha}$$

Угол наклона коллектора :
- тёплого периода 40...45град.
- круглогодичного применения 50...55град.

Варианты вертикального расположения гелиоколлекторов



Варианты
расположения
коллекторов на
наклонной крыше.



Общий вид
гелиоколлекторов на
плоской кровле
здания.

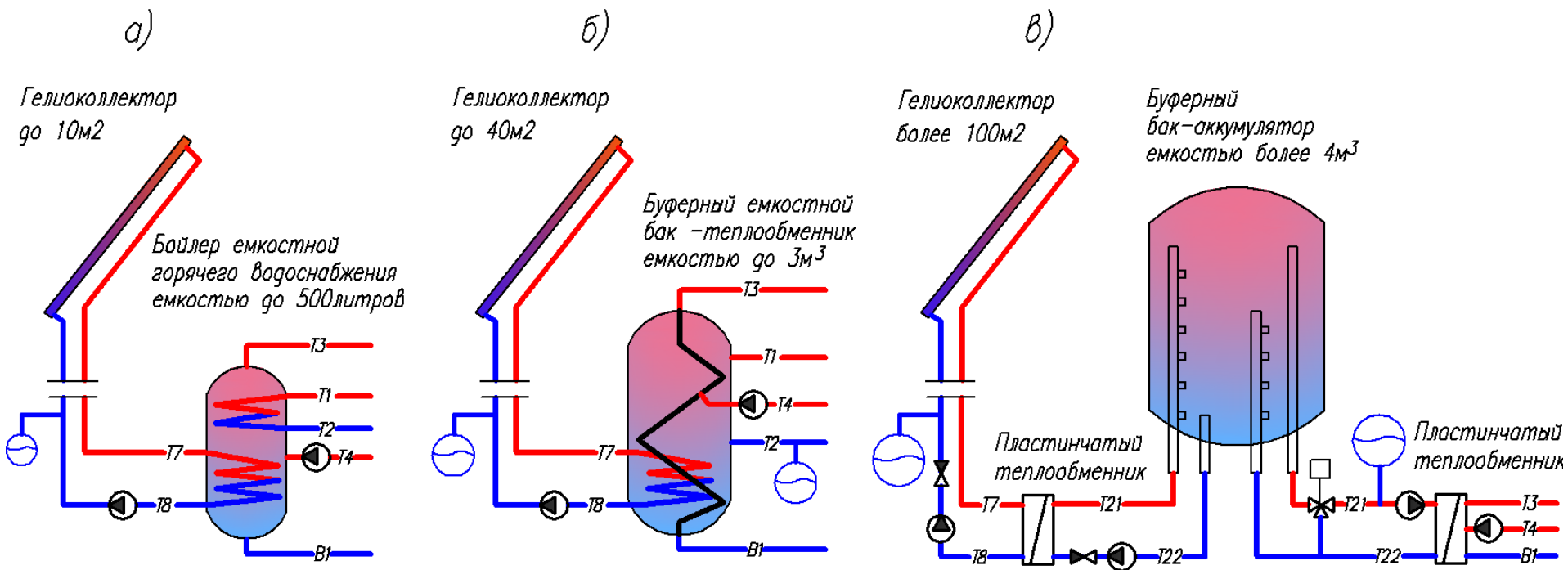


Общий вид гелиоколлекторов,
размещаемых на специальной
металлоконструкции

Нестандартные решения по
размещению гелиоколлекторов



Конструкция гелиосистемы в зависимости от требуемой площади гелиоколлектора



Для гелиоколлекторов более 50м² применяют параллельную установку двух и более буферных баков ёмкостью по 1,5...2,0м³ примерно по следующей схеме:

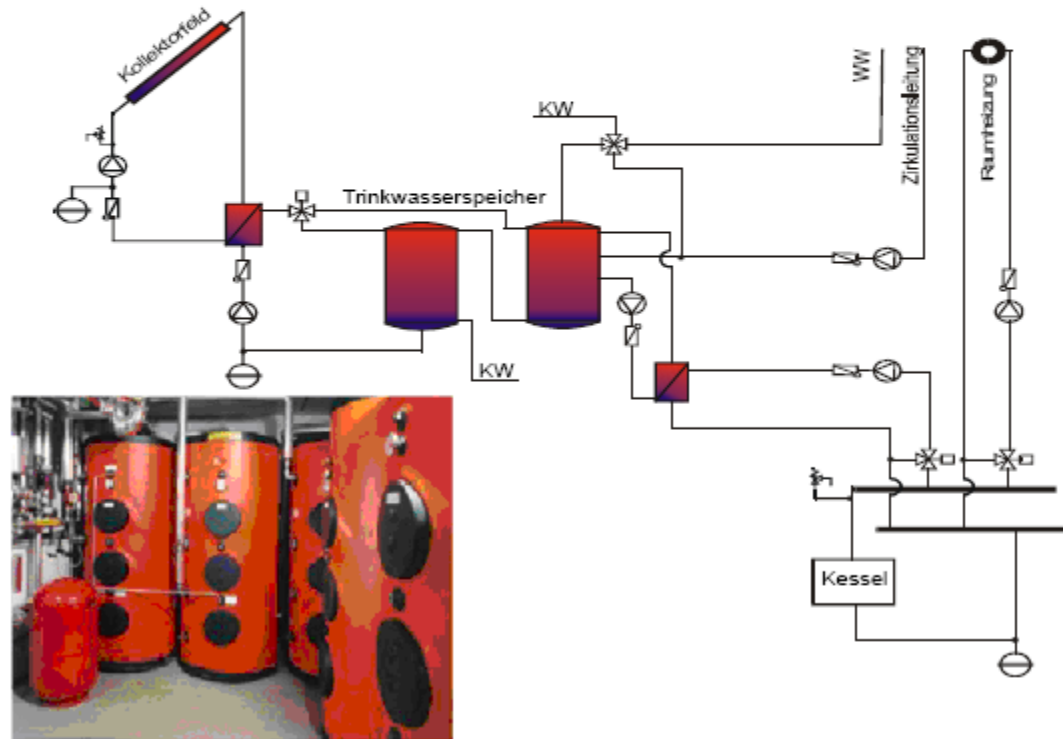


Optimierung von thermischen Solarsystemen, 7. Dezember 2007

Entwicklung solarthermischer Systeme im MFH

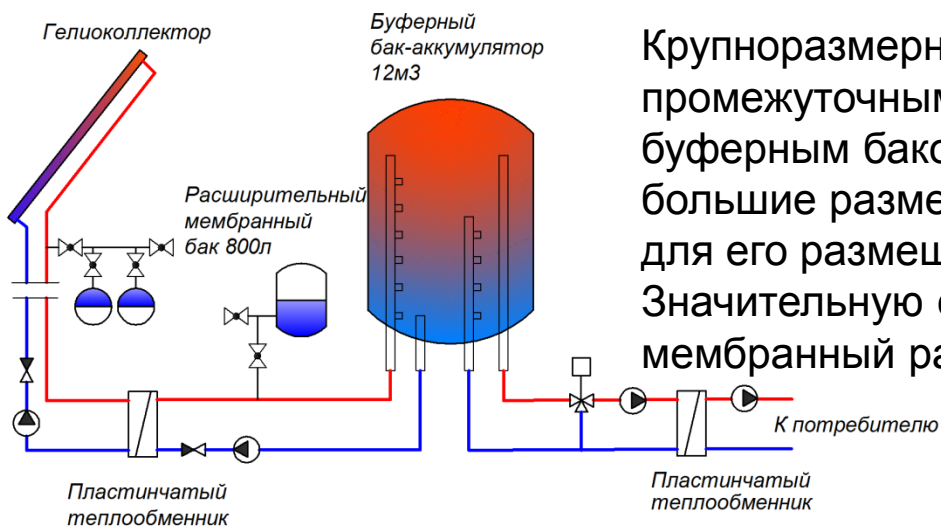
Solarunterstützte Wärmenetze der 1. Generation

(Verstärkt zu Beginn der 90er bis Ende der 90er Jahre, bei geringer Anzahl von Wohneinheiten auch noch heute)



www.aee-intec.at AEE - Institut für Nachhaltige Technologien

Такие гелиосистемы можно разместить в помещениях стандартной высоты, но они требуют высоких капитальных вложений и являются достаточно сложными в наладке и эксплуатации



Крупноразмерную гелиосистему горячего водоснабжения с промежуточным теплоносителем проектируют с одним буферным баком-аккумулятором большой ёмкости, но его большие размеры (особенно по высоте) и масса требует для его размещения особых помещений. Значительную ёмкость (до 1000л и более) имеет мембранный расширительный бак.



Typ PS-S	Ø ohne WD	Ø mit WD	Höhe inkl. WD	Höhe ohne WD	Kippmaß ohne WD	Gewicht
	mm	mm	mm	mm	mm	kg
2500	1250	1490	2409	2319	2411	290
3000	1250	1490	2709	2619	2683	315
3500	1250	1490	3209	3119	3146	370
3500	1400	1640	2668	2578	2672	360
4000	1400	1640	3018	2928	2990	395
4000	1600	1840	2345	2255	2464	435
4500	1600	1840	2645	2555	2719	470
5000	1600	1840	2845	2755	2894	490
5500	1600	1840	3095	3005	3116	520
6000	1600	1840	3345	3255	3350	550
7000	1600	1840	3839	3749	3861	610
8000	1600	1840	4339	4249	4325	670
9000	1600	1840	4839	4749	4797	730
10000	1600	1840	5339	5249	5273	785
11000	1600	1840	-	5749	5754	1154
12000	1600	1840	-	6249	6303	1233
13000	1600	1840	-	6749	6799	1334
14000	1600	1840	-	7249	7296	1413
15000	1600	1840	-	7749	7793	1491

Основные проблемы эксплуатации крупноразмерной гелиосистемы горячего водоснабжения с применением промежуточного теплоносителя и буферного бака-аккумулятора большой ёмкости:

1. Большая высота и масса буферного бака-аккумулятора требует для его размещения особых помещений. Условия его работы под давлением требуют его периодической аттестации.
2. Расширительный мембранный бак большой ёмкости до 1000л и более требует примерно два раза в год обязательного тестового квалифицированного обслуживания.

Проблемы предлагается решить, с учётом имеющегося опыта проектирования и внедрения, следующим образом:

1. Изготовление бака-аккумулятора требуемых объёма и высоты для его эксплуатации под атмосферным давлением.
2. Применение расширительного бака под атмосферным давлением с использованием обратных клапанов для исключения испарения. Такой бак не требует обслуживания.

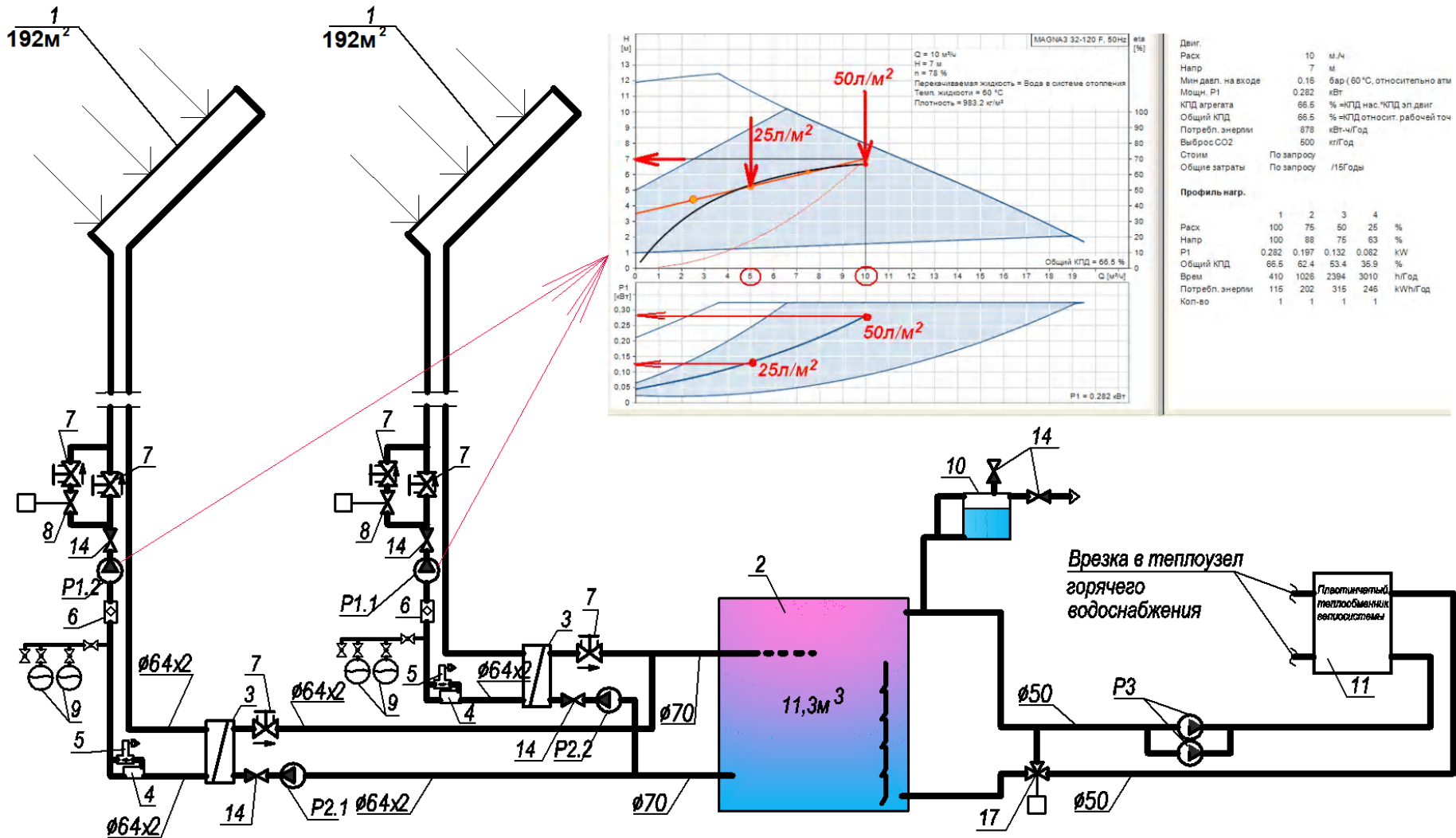
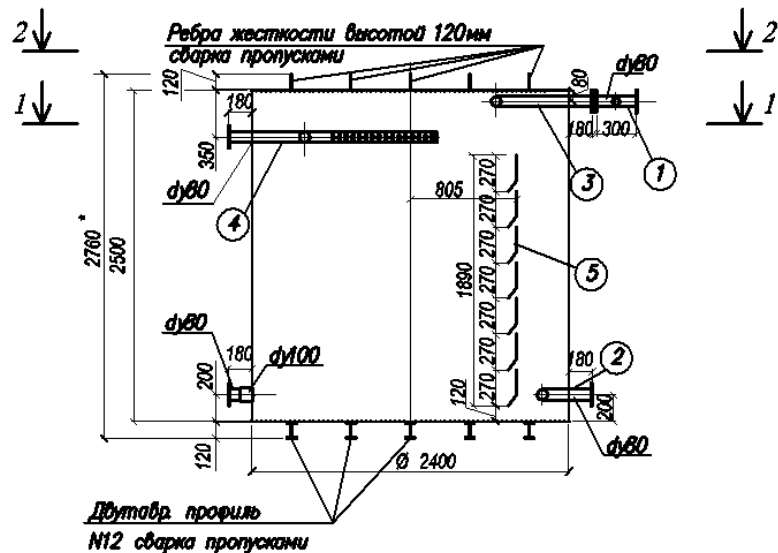
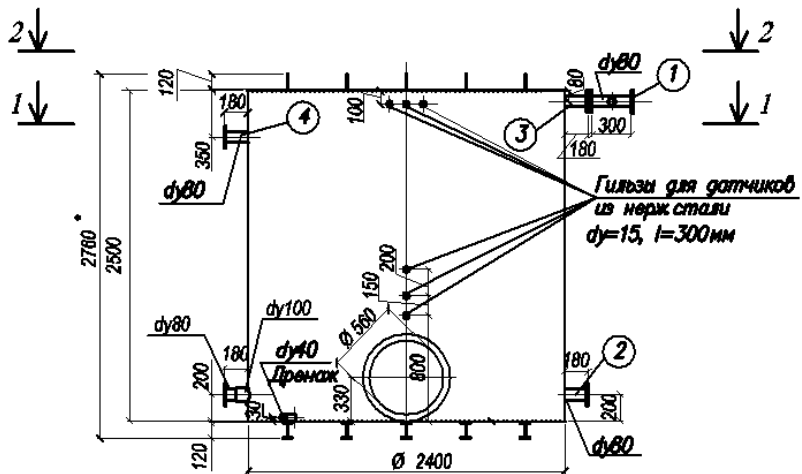


Схема геосистемы жилого дома

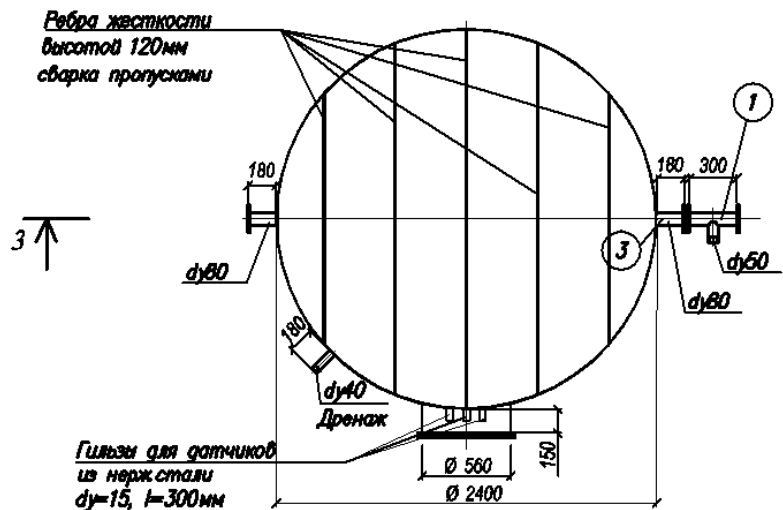
1-геолоколлекторы по 192м²; 2-буферный бак 12м³; 3-пластинчатые разборные теплообменники; 4-воздухосборник; 5-сепаратор воздушный; 6-визуальный расходомер; 7-балансовый вентиль минимального расчётного расхода; 8-клапан повышения расхода; 9-расширительные баки; 10-расширительный бак; 11-пластинчатый теплообменник горячего водоснабжения; 14-обратный пружинный клапан

Буферный бак-аккумулятор емкостью 12 м³ (эскиз)

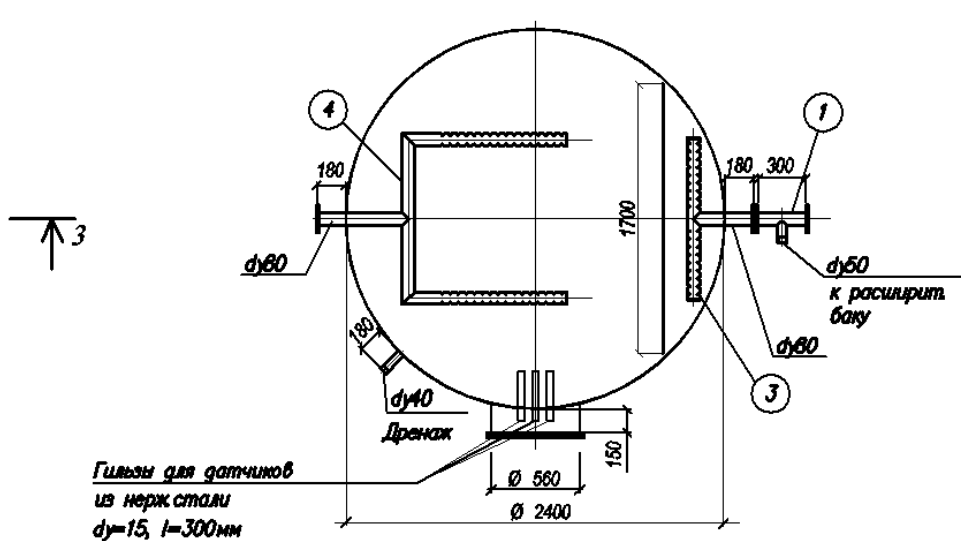
3-3



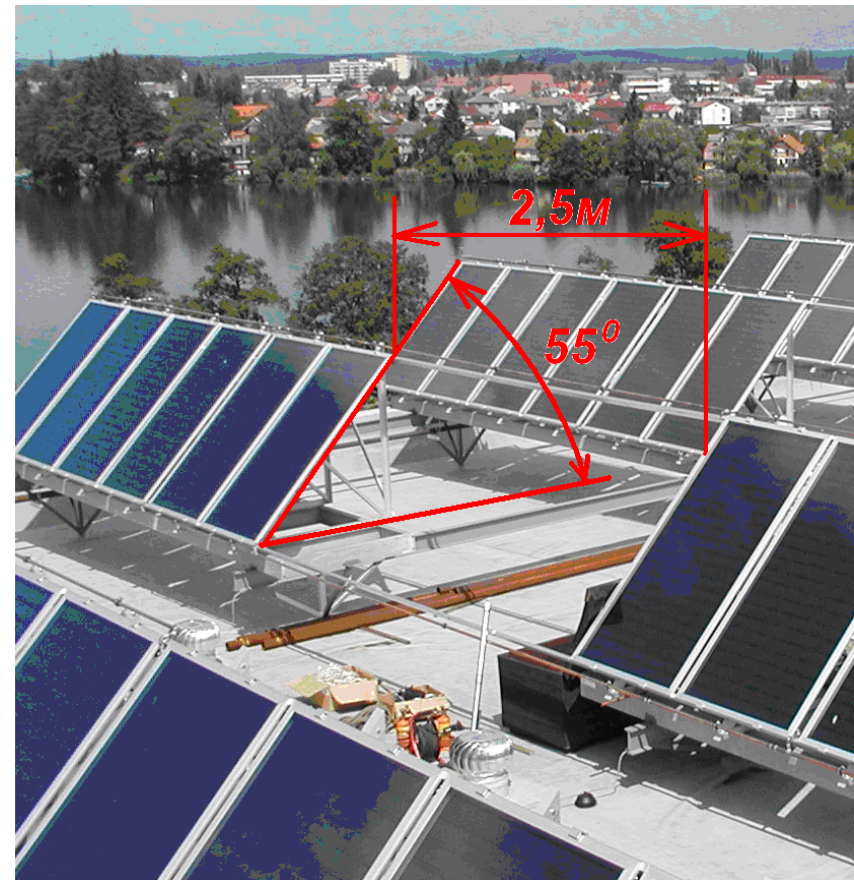
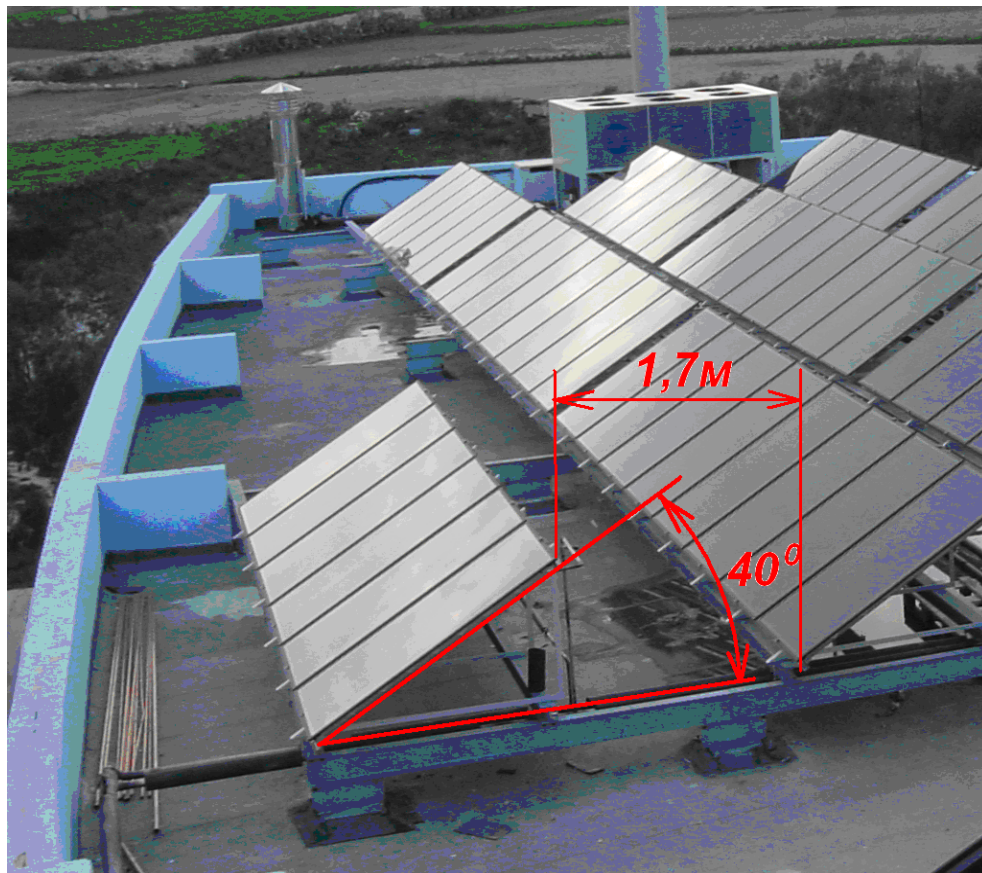
2-2



1-1



Требуемая площадь кровли для размещения плоских гелиоколлекторов при угле наклона **40 град.** в **1,5 раза меньше**, чем при угле наклона 55 град. и в **2,2 раза меньше** в сравнении с вакуумированными трубчатыми коллекторами, установленными под углом 55 град.



**Стоимость инженерного
оборудования для гелиосистемы
и монтажных работ**

№ по з.	Наименование	Стоимость единицы, доллар США	Количество	Общая стоимость, доллар США
1	2	3	4	5
Гелиосистема горячего водоснабжения				
	Гелиоколлектор	550	192	105600
	Детали соединительные	90	192	17280
	Металлоконструкции	1000	6	6000
	Бак –аккумулятор горячей воды емкостью 12m ³	10000	1	12000
	Электронный контроллер	1000	2	2000
	Пластинчатый теплообменник	1500	4	6000
	Циркуляционный насос	400	2	800
	Циркуляционный насос	600	2	1200
	Клапаны регулирующие с электрическими сервомоторами	250	4	1000
	Трубопроводы, арматура	-	-	15000
	Монтажные и наладочные работы	-	-	15000
				Всего: 181880

1. Техничко-экономические показатели

Гелиосистема имеет 2 контура с гелиоколлекторами по 96шт, всего 192шт. Общая площадь гелиоколлекторов 384м². Годовая теплопроизводительность гелиосистемы

174720кВт*ч(летний период)+71808кВт*ч(зимний период) = =246528кВт*ч

1.1. Годовая

теплопроизводительность

гелиосистемы в виде эквивалентной величины «сэкономленного» за год условного топлива

246528/8160=30,2 т.у.т. (или 246528кВт*ч)

1.2. Годовой расход электроэнергии

для гелиосистемы

Установочная мощность электрооборудования для гелиосистемы составляет не более 1,5кВт. При этом потребляемая мощность в среднем не

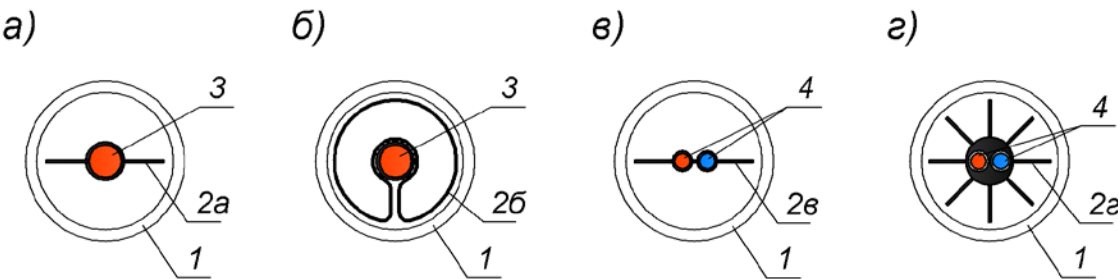
более

0,8кВт. Тогда годовой расход

электроэнергии

составит

0,8*24*365=7008кВт*ч



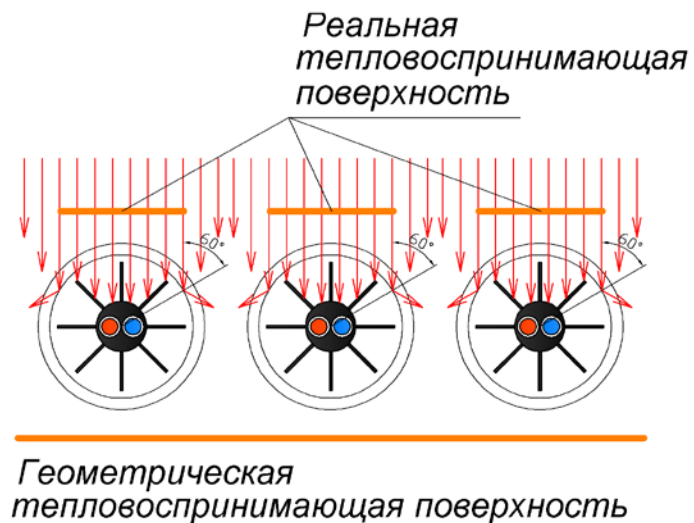
Сечение трубки различного типа вакуумированных трубчатых коллекторов

Сечение трубки различного типа вакуумированных трубчатых коллекторов

а), в) - с тепловым плоским элементом;
 б) - с тепловым цилиндрическим элементом;
 г) - с тепловым литым элементом из алюминиевого сплава;

1 - колба с двойным остеклением и вакуумированным зазором;
 2а, 2в – плоский тепловоспринимающий элемент;
 2б - тепловоспринимающий элемент цилиндрического вида с пружинным контактом с тепловой трубкой;
 2г - тепловой элемент литой из алюминиевого сплава;

3 –тепловая трубка;
 4 –U-образная медная трубка циркулирующего теплоносителя.



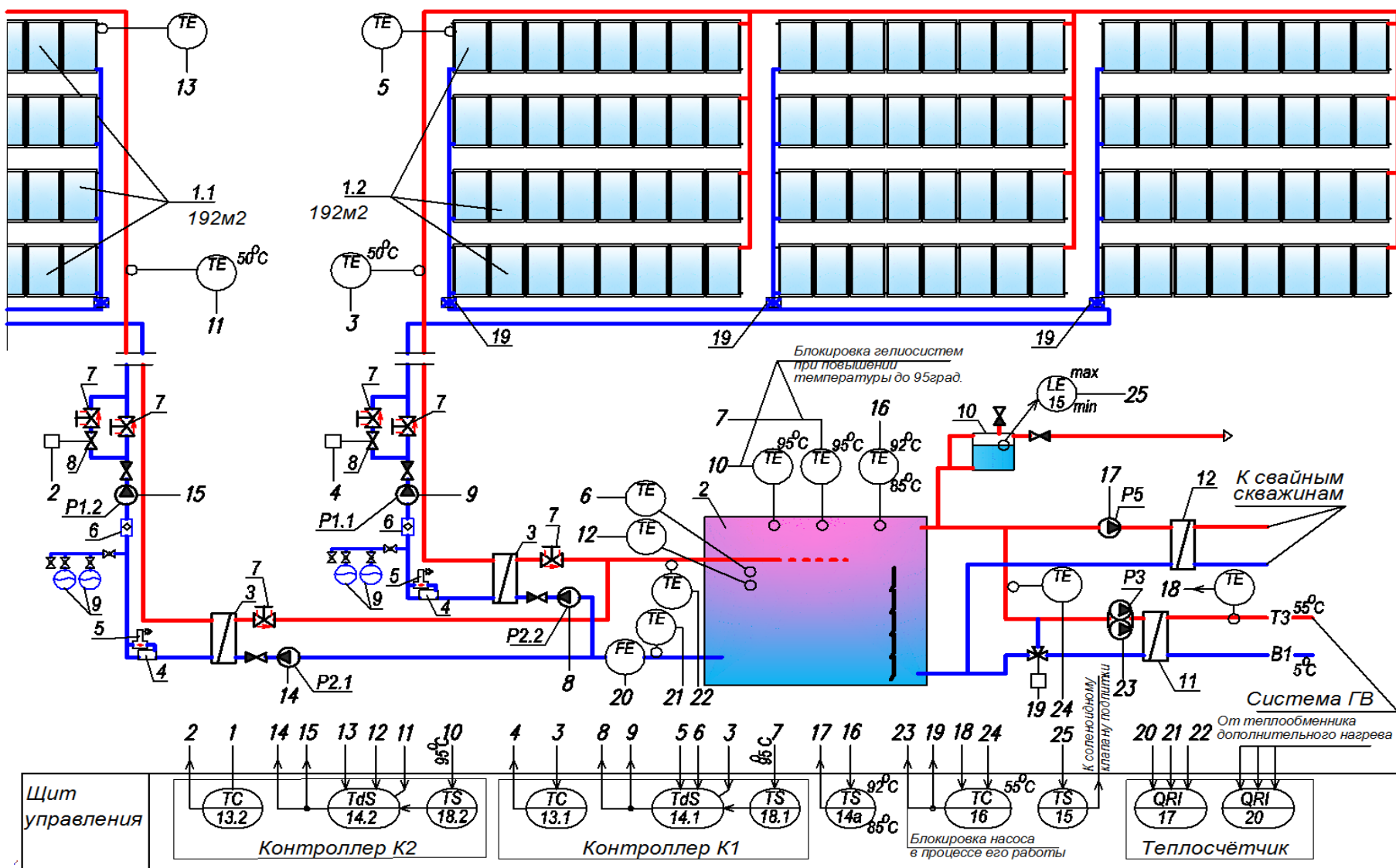
Реальная тепловоспринимающая поверхность трубчатого коллектора составляет 0,60...0,62 от его геометрической поверхности

Для плоских коллекторов это соотношение составляет 0,9...0,85

Геометрическая поверхность трубчатых коллекторов в $0,88/0,61=1,44$ раза больше плоских коллекторов

Методика вычисления основных параметров гелиосистемы

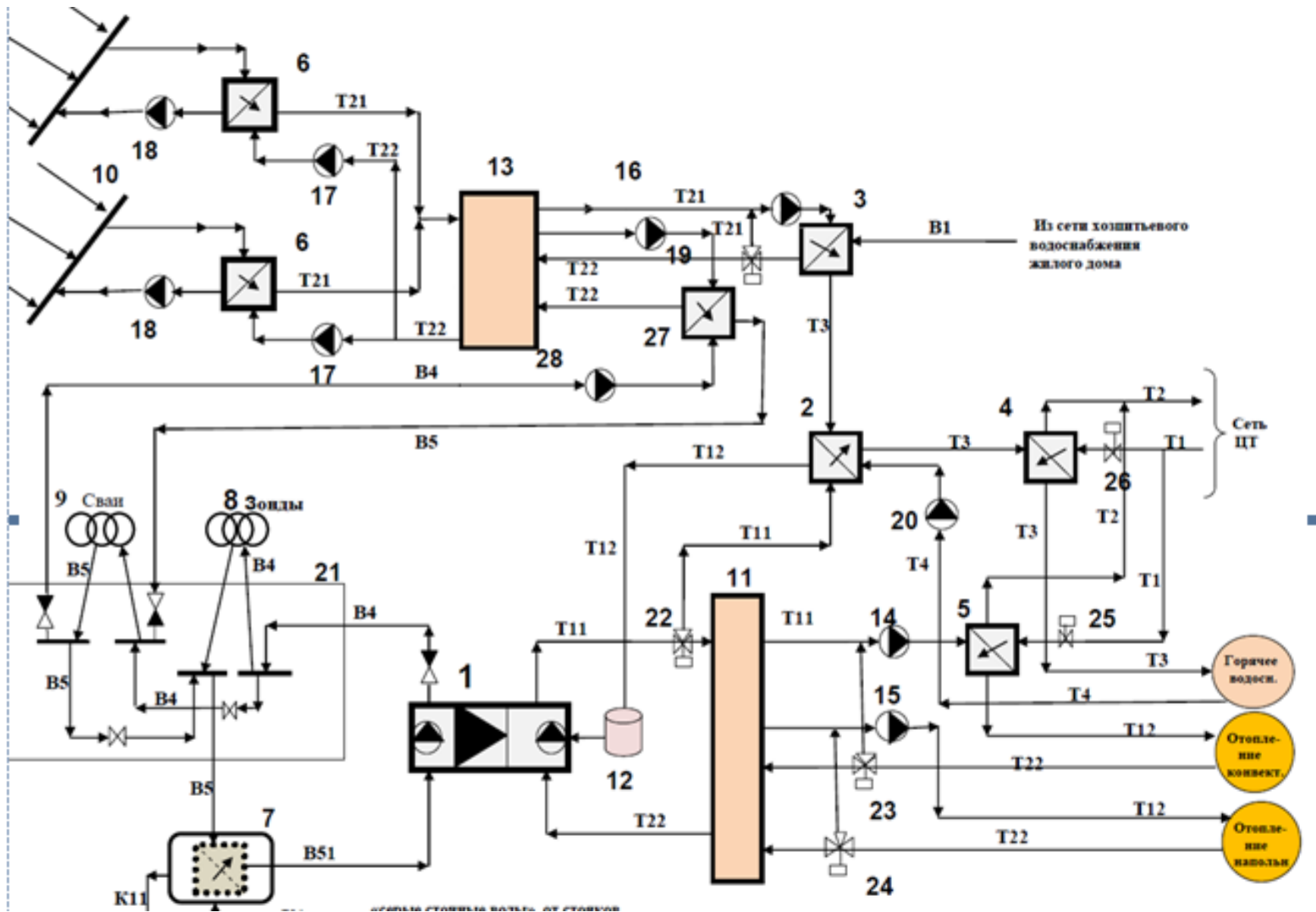
1. На основании принятого типа гелиоколлектора и его тепловых характеристик вычисляется для каждого месяца и за год теплопроизводительность 1 м^2 гелиоколлектора.
2. На основании требуемой суточной нормы воды на нужды горячего водоснабжения вычисляется общая годовая потребность в тепловой энергии. (расход горячей воды составляет не более 70 литров, что и следует принять в качестве исходного значения).
3. Требуемая площадь поверхности гелиоколлекторов определяется делением требуемой тепловой энергии за месяц на теплопроизводительность 1 м^2 гелиоколлектора. В качестве расчётного можно выбрать месяц с высокой теплопроизводительностью (например, июль) в том случае, если рассматривается только горячее водоснабжение. При наличии дополнительно иных потребителей в качестве расчётного можно выбрать месяц с низкой теплопроизводительностью в летний период (например, март или сентябрь).
4. Определяется теплопроизводительность гелиосистемы по месяцам года и в целом за год, а также доля компенсации требуемой теплоты за счёт гелиосистемы.

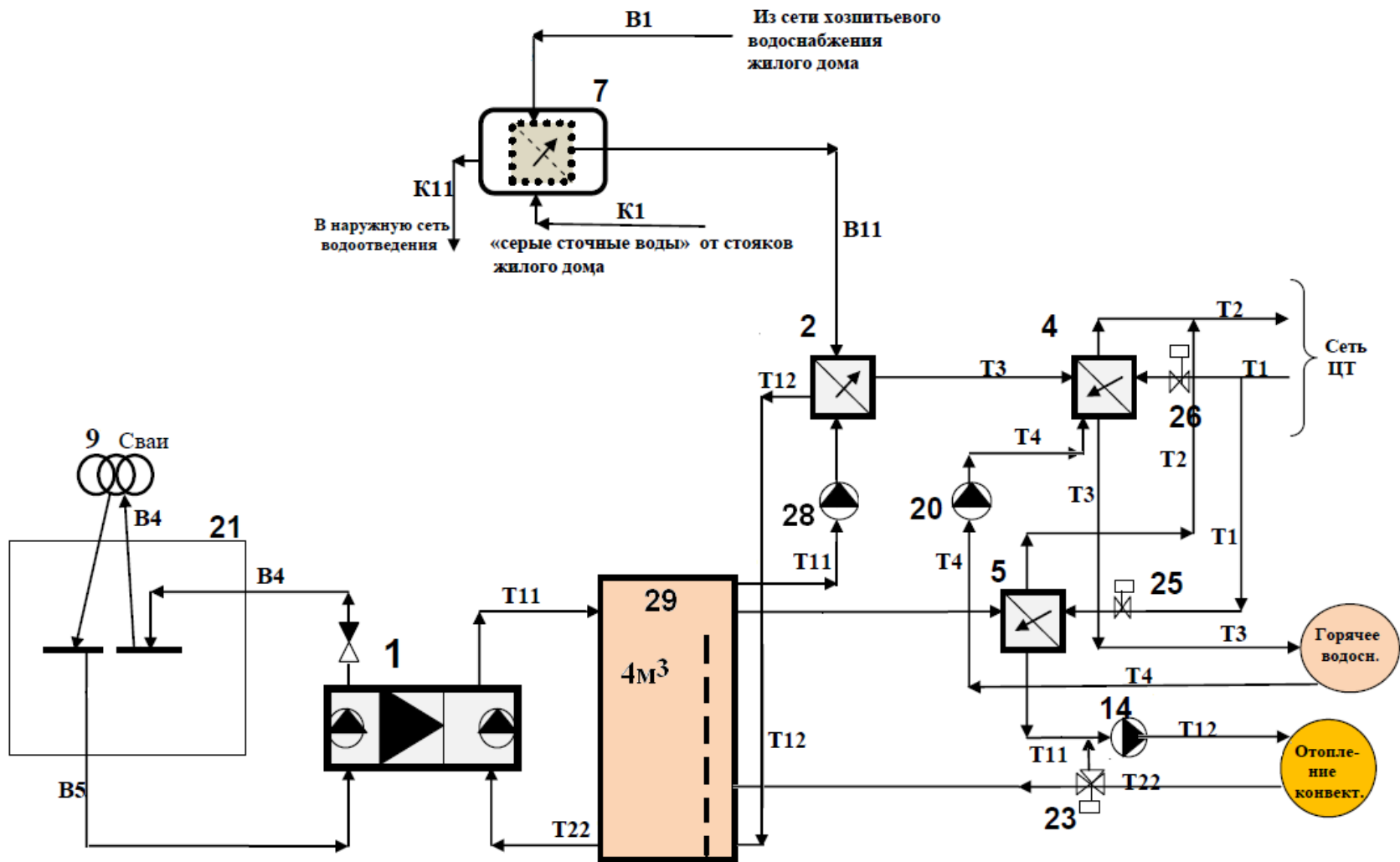


. Схема геосистемы 120-ти квартирного 10-ти этажного жилого дома
 1-гелиоколлекторы по 192м²; 2-буферный бак 12м³; 3-пластинчатые разборные теплообменники; 4-воздухосборник; 5-сепаратор воздушный; 6-визуальный расходомер; 7-балансовый вентиль минимального расчётного расхода; 8-клапан повышения расхода; 9-расширительные баки; 10-расширительный бак; 11-разборный теплообменник горячего водоснабжения; 12-разборный теплообменник для теплоносителя скважин; 13-пропорциональный регулятор; 14(14а)-контроллер геосистемы; 15-датчик уровня системы подпитки.

Особенности конструирования отдельных узлов тепловых пунктов

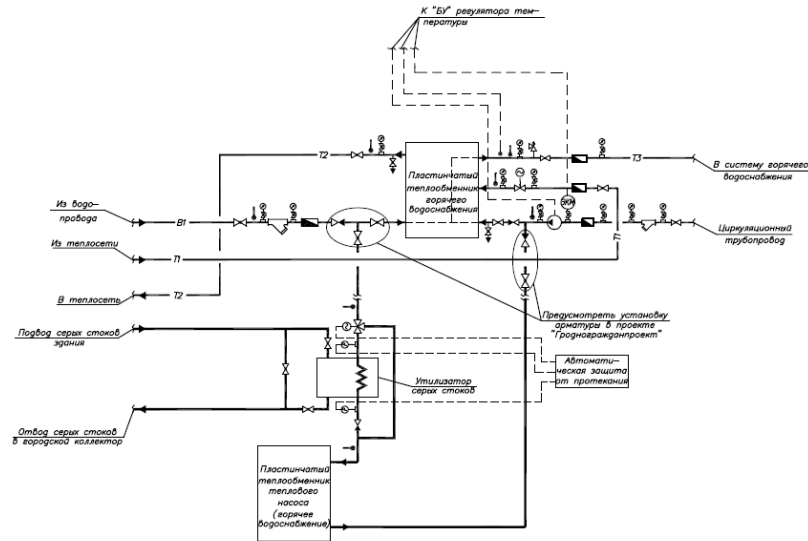
Структурная схема гибридной ТНУ



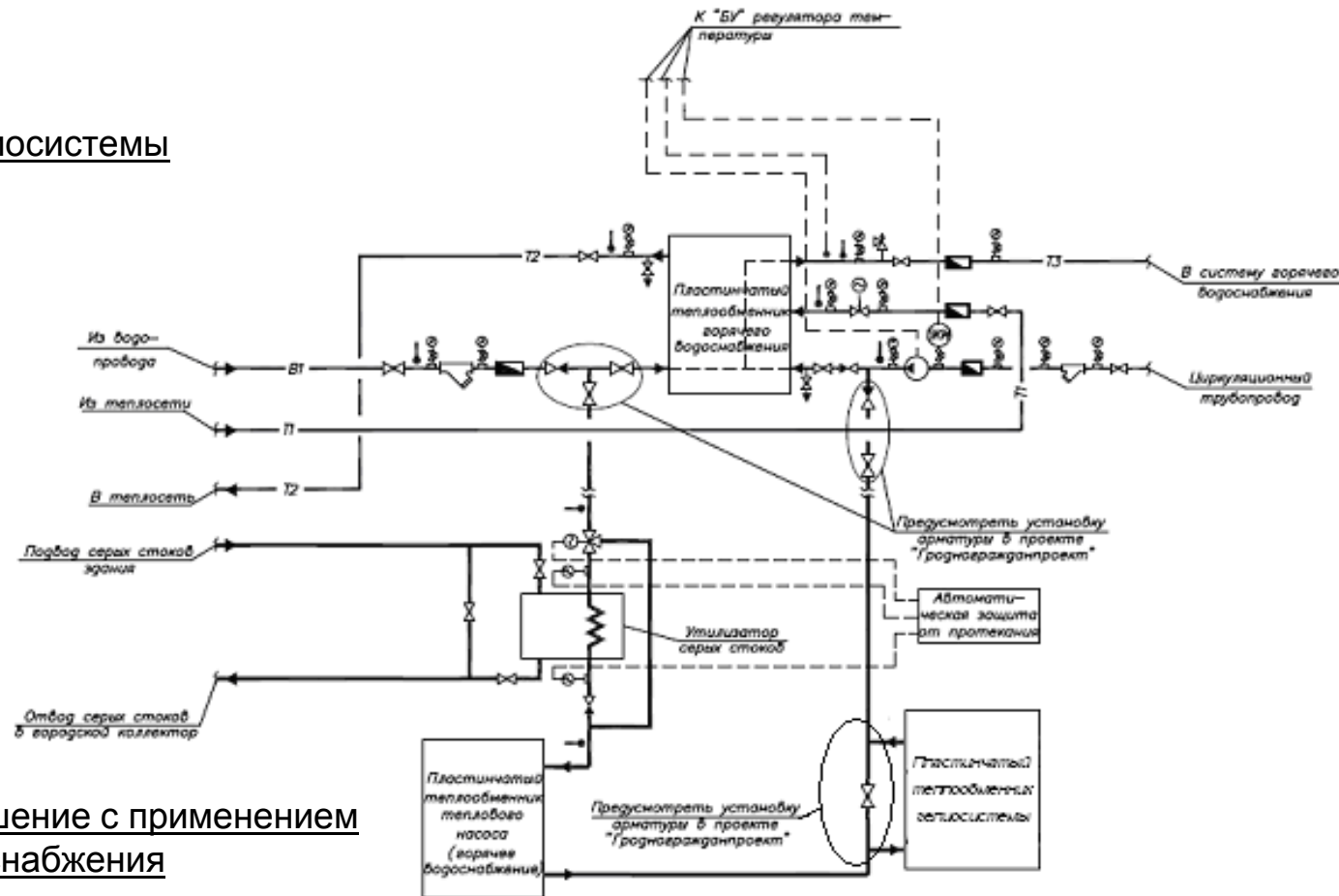


Структурная схема поливалентного источника отопления и горячего водоснабжения пилотного жилого дома

Схема врезки в тепловой узел

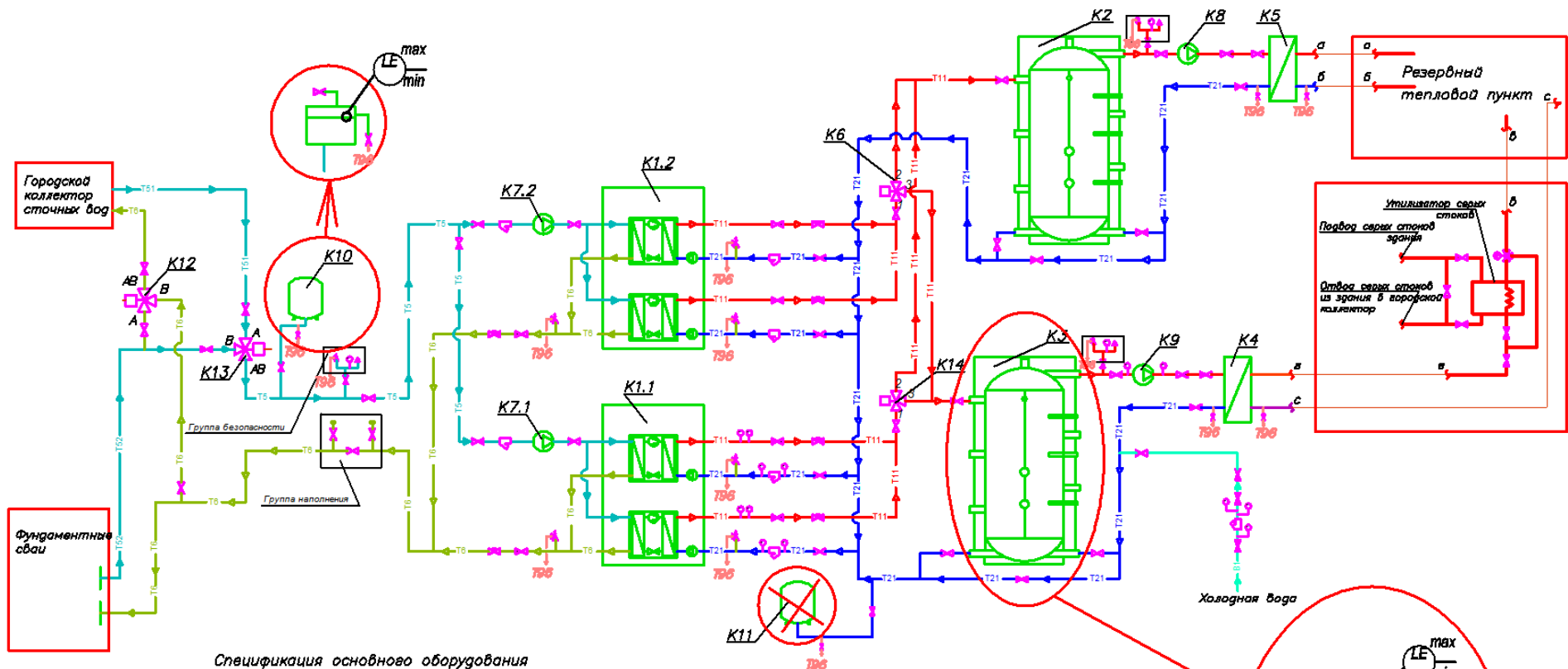


Проектное решение без геосистемы



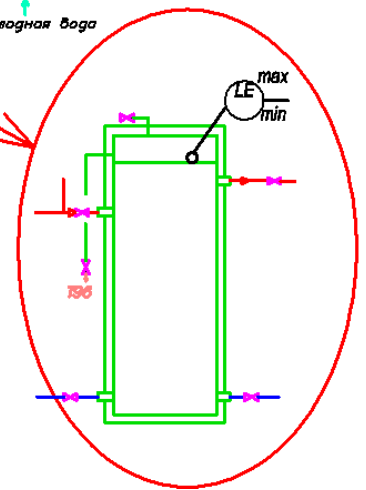
Предлагаемое проектное решение с применением геосистемы горячего водоснабжения

Схема теплоснабжения здания с заменой мембранных расширительных баков на расширительные баки и баки-аккумуляторы, работающие под атмосферным давлением



Спецификация основного оборудования

№ п.п.	Наименование	Количество	Примечание
K1.1	Тепловой насос типа "грунт-вода" марки NIBE Fighter 1345-60 Qном=60 кВт	1 шт.	
K1.2	Тепловой насос типа "грунт-вода" марки NIBE Fighter 1345-60 Qном=60 кВт	1 шт.	
K2	Аккумулирующая емкость марки NIBE-BIAWAR BU-1000.8A V=1000 л	1 шт.	Для системы отопления
K3	Аккумулирующая емкость марки NIBE-BIAWAR BU-1000.8A V=1000 л	1 шт.	Для системы ГВС
K4	Пластинчатый теплообменный аппарат	1 шт.	Для системы ГВС
K5	Пластинчатый теплообменный аппарат	1 шт.	Контур отопления
K6	3-х ходовой клапан с электроприводом	1 шт.	Для переключения между системой отопления и ГВС
K7.1	Циркуляционный насос рассольного контура	1 шт.	Контур циркуляции рассола
K7.2	Циркуляционный насос рассольного контура	1 шт.	Контур циркуляции рассола
K8	Циркуляционный насос	1 шт.	Контур отопления
K9	Циркуляционный насос системы ГВС	1 шт.	Контур ГВС
K10	Мембранный расширительный бак	1 шт.	Контур циркуляции рассола
K11	Мембранный расширительный бак	1 шт.	Отопительный контур
K12	3-х ходовой клапан с электроприводом	1 шт.	
K13	3-х ходовой клапан с электроприводом	1 шт.	Для переключения в контуре циркуляции рассола
K14	3-х ходовой клапан с электроприводом	1 шт.	Для переключения между системой отопления и ГВС



Особенности предлагаемых решений :

- Простая наладка и эксплуатация по квалификации существующих служб в ЖЭС за счёт применения «открытых» расширительных баков, осадочных фильтров, удаления значительного количества предохранительных и обратных клапанов и значительного упрощения алгоритма регулирования
- Большие ёмкости «открытых» расширительных баков не требуют обслуживания.
- Трубопроводы, расположенные между нейтральной точкой циркуляционного контура и циркуляционным насосом, с целью исключения вероятности кавитационных явлений в циркуляционных насосах, должны иметь минимальное гидравлическое сопротивление за счёт увеличения диаметра, а также за счёт применения осадочных самоочищающихся фильтров и арматуры с минимальным сопротивлением (запорные заслонки или задвижки, эксплуатируемые только в двух крайних положениях «закр.» и «откр.»).

- От многих предохранительных клапанов удалось отказаться благодаря применению «открытых» расширительных баков
- Для системы отопления приняты одноходовые теплообменники, сопротивление которого в 5...7 раз меньше, чем двухходового теплообменника. Это крайне важно, так как теплообменник последовательно соединяется с теплообменником теплового пункта тепловых сетей и его сопротивление добавочной величиной требуемого напора для циркуляционного насоса системы отопления. По этим соображениям следует остановиться на одноходовом теплообменнике, тем более, что он является простым по технологии очистки в сравнении с двухходовым.
- Следует принять осадочные самоочищающиеся фильтры с очень низким сопротивлением, которые не меняют своё сопротивление в процессе эксплуатации и не требуют непрерывного обслуживания.
- От многих обратных клапанов можно отказаться благодаря присоединению параллельно эксплуатируемых циркуляционных контуров непосредственно к буферной ёмкости.

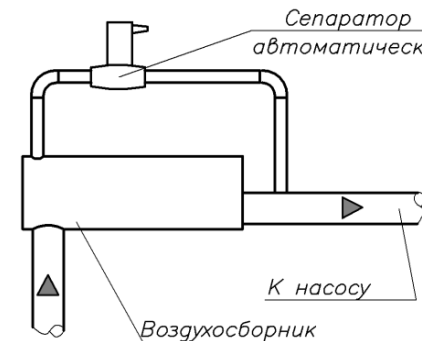
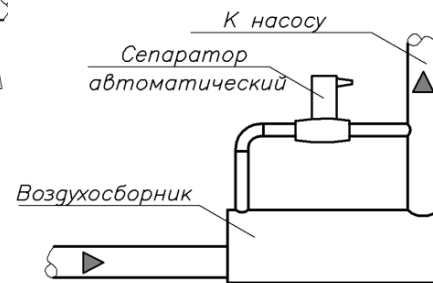
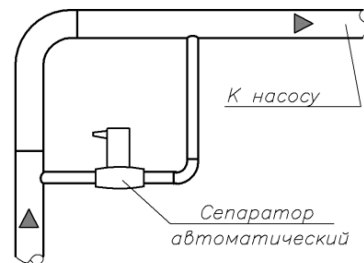
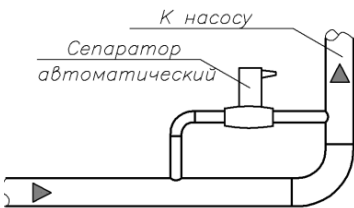
Удаление воздуха

Для эффективного удаления воздуха следует применять автоматические сепараторы, устанавливаемые на потоке трубопровода в нижних точках системы «перед» циркуляционным насосом, обеспечивая таким образом и защиту насоса от «сухого хода». Однако диаметры этих устройств не выше $\text{Ø}32\text{мм}$.

Предлагаем для удаления воздуха из трубопроводов большого диаметра без изменения гидравлического сопротивления, в дополнение к принятым в проекте автоматическим устройствам по удалению воздуха, в нижних точках системы «перед» циркуляционными насосами со стороны конденсатора и испарителя тепловых насосов установить автоматические сепараторы удаления воздуха по следующим схемам.

При установке на существующие трубопроводы:

При проектировании систем теплоснабжения:



БЛАГОДАРЮ ЗА ВНИМАНИЕ