

# АЛЬТЕРНАТИВНОЕ ЭЛЕКТРО-ТЕПЛОСНАБЖЕНИЕ ЖИЛОГО ПОСЕЛКА

## Аннотация.

Компания «ЭСКО ЗЭ» занимается комплексным внедрением энергосберегающих технологий. В настоящей статье вашему вниманию представлено одно из технических решений при внедрении альтернативных источников энергии и даны основные технико-экономические оценки при сравнении традиционных и нетрадиционных технологий в области электро-тепло-водоснабжения. Целью настоящей статьи является популяризация нетрадиционных источников энергии, поэтому представленные технические решения упрощены до возможности понимания человеком, который не имеет специального образования в данной области. В действительности каждое техническое решение индивидуально и многообразно. Степень эффективности такого решения зависят от квалификации и таланта инженерного коллектива разработчиков. Подобные решения требуют определенных усилий и предполагают вступление с нашей компанией в договорные отношения. В принципе, мы можем выполнить весь комплекс работ от проектирования до пуска представленных технологий, но обычно предпочитаем оказывать необходимую техническую помощь соответствующим организациям на местах с тем, чтобы в каждом регионе у нас был полноценный партнер, умеющий не только грамотно проектировать и внедрять, но и осуществлять последующее обслуживание установленного оборудования.

Подробнее с нашим оборудованием вы можете ознакомиться на сайте [www.esco3e.ru](http://www.esco3e.ru).

С уважением:

Технический директор Ю.С. Милейковский

## 1. Исходные данные.

1.1. Жилой поселок состоит из 60-ти коттеджей.

1.2. Общая усредненная площадь коттеджа – 320 м<sup>2</sup>.

1.3. Для приготовления пищи коттеджи укомплектованы стандартными электроплитами.

1.4. При расчете пиковой мощности электроэнергии, потребляемой поселком, максимальная мощность бытовых приборов каждого коттеджа, потребляемая одновременно принята как  $N_{\max.БП} = 7$  кВт.

1.5. При расчете номинальной мощности электроэнергии, потребляемой поселком, усредненная мощность каждого коттеджа, потребляемая одновременно бытовыми приборами принята как  $N_{\text{ср.БП}} = 4$  кВт.

1.6. При расчете пиковой тепловой мощности принято, что удельное потребление тепла составляет  $q_{\max} = 0.15$  кВт/м<sup>2</sup>.

1.7. При расчете усредненной тепловой мощности принято, что удельное потребление тепла составляет  $q_{\text{ср}} = 0.09$  кВт/м<sup>2</sup>.

1.8. Средняя нагрузка на горячее водоснабжение принята как 0.6 от средней отопительной нагрузки.

## 2. Предварительные расчеты.

2.1. Максимальная расчетная мощность электрической нагрузки бытовых приборов поселка, кВт

$$N_{\max.\text{пос.БП}} = N_{\max.\text{БП}} \times 60 = 7 \times 60 = 420$$

2.2. Средняя расчетная мощность электрической нагрузки бытовых приборов поселка, кВт

$$N_{\text{ср.пос.БП}} = N_{\text{ср.кот.БП}} \times 60 = 4 \times 60 = 240$$

2.3 Максимальная расчетная мощность отопительной нагрузки поселка, кВт

$$Q_{\max. \text{пос}} = q_{\max} \times 320 \times 60 = 0.15 \times 320 \times 60 = 2880$$

2.4 Средняя расчетная мощность отопительной нагрузки поселка, кВт

$$Q_{\text{ср.пос}} = q_{\max} \times 320 \times 60 = 0.15 \times 320 \times 60 = 2880$$

2.5. Средняя расчетная мощность отопительной нагрузки поселка, кВт

$$Q_{\text{ср.пос}} = q_{\text{ср}} \times 320 \times 60 = 0.09 \times 320 \times 60 = 1728$$

2.6. Средняя расчетная мощность горячего водоснабжения, кВт

$$Q_{\text{ср.пос.ГВС}} = q_{\text{ср}} \times 320 \times 60 = 0.09 \times 320 \times 60 \times 0.6 = 1037$$

## 2. Традиционные решения

2.1. Для погашения нагрузок на отопление и ГВС устанавливается котельная с подземной прокладкой теплотрассы общей мощностью  $2880 \times 1.25 = 3600$  кВт с температурным графиком 90/70 °С. Коэффициент 1.25 учитывает теплопотери при транспортировке теплоносителя к потребителю.

2.2. Прокладывается линия электропередачи общей мощностью 420 кВт.

2.3. Часовая себестоимость покупаемой электроэнергии в текущих ценах октября 2002г составляет  $C_{\text{э}} = 420 \times 0.8 = 336$  руб/ч.

2.4. Часовая себестоимость производимой тепловой энергии определяется стоимостью газа и рассчитывается по методике:

$$C_T = \frac{3600 \times 10^6 \times 0.6}{1163 \times 8200 \times 0.9} = 250 \text{ руб/ч}$$

где 1163 кВт = 1.0 Гкал;

0.9 – средний расчетный КПД котлов;

8200 ккал/м<sup>3</sup> – расчетная теплотворная способность природного газа;

0.6 руб/м<sup>3</sup> – стоимость природного газа в ценах октября 2002г.

3600 кВт – расчетная максимальная тепловая нагрузка поселка в час с учетом теплопотерь.

2.5. Себестоимость потребляемой энергии (электрическая+тепловая) в традиционном варианте:

$$C_{(\text{э+т})\text{т}} = C_{\text{э}} + C_T = 336 + 250 = 586 \text{ руб/ч}$$

## 3. Нетрадиционные решения.

3.1. Вместо котельной устанавливаются мини электростанции (газовые электро-теплогенераторы- ГТЭ) на природном газе которые погашают 100 % нагрузку по электроэнергии поселка и частично тепловую нагрузку на отопление и горячее водоснабжение.

**Примечание-** На 1 кВт электроэнергии ГТЭ вырабатывает 1.666 кВт тепловой энергии.

3.2. Каждый из потребителей поселка (коттедж) снабжается тепловым насосом, который компенсирует потребителю недостающую тепловую энергию, утилизируя низко потенциальную теплоту его отходов (теплоту канализационных стоков и уходящего с вентиляцией воздуха).

**Примечание** – В принятом техническом решении на 1 кВт потребленной электроэнергии тепловой насос вырабатывает в среднем 4 кВт тепловой энергии.

3.3. Отопительные приборы выбираются из условий температурного графика 65/45, что снижает потери при транспортировке теплоносителя в 1.5 раза по сравнению с традиционным вариантом (коэффициент учета теплопотерь –1.17).

3.4. Максимальная суммарная электрическая мощность, потребляемая тепловых насосов поселка определяется из уравнения, кВт

$$N_{\max.} = \frac{[Q_{\max. \text{noc}} \times 1.17 - 1.666(N_{\max. \text{noc}} + X)]}{4} = \frac{[2880 \times 1.17 - 1.666(420 + X)]}{4}$$
$$N_{\max. \text{TC.noc}} = X = 471 \text{ кВт}$$

3.5. Максимальная электрическая мощность электрогенераторов определяется из выражения, кВт:

$$N_{\max. \text{noc}} = N_{\max. \text{noc.БП}} + N_{\max. \text{noc.ТС}} = 420 + 471 = 891 \text{ кВт}$$

3.6. Суммарная мощность (электрическая+тепловая), выделяемая газовыми электро-теплогенераторами (ГТЭ) определяется из выражения:

$$\mathcal{E}_{\text{noc}} = N_{\max. \text{noc}} + 1.666 \times N_{\max. \text{noc}} = 891 + 1.666 \times 891 = 2375 \text{ кВт}$$

3.7. Часовая себестоимость энергии, потребляемой поселком в альтернативном варианте:

$$C_{(\mathcal{E}+T).A} = \frac{\mathcal{E}_{\text{noc}} \times 10^6 \times 0.6}{1163 \times 8200 \times 0.93} = \frac{2375 \times 10^6 \times 0.6}{1163 \times 8200 \times 0.93} = 160 \text{ руб/ч}$$

#### 4. Техничко-экономическая оценка традиционного и альтернативного вариантов.

4.1. Часовая экономия альтернативного варианта по отношению к традиционному составляет:

$$\Delta C = C_{(\mathcal{E}+T).T} - C_{(\mathcal{E}+T).A} = 586 - 160 = 426 \text{ руб/ч}$$

4.2. Действительная часовая экономия вероятнее всего должна определяться из расчета средней энергетической нагрузки поселка, которая обычно оценивается как 60% от максимальной.

$$\Delta C_{\text{д}} = 0.6 \times \Delta C = 0.6 \times 426 = 255 \text{ руб/ч}$$

4.3. Действительная годовая экономия оценивается как:

$$\Delta C_{\text{д.г}} = \Delta C_{\text{д}} \times 24 \times 360 = 255 \times 24 \times 360 = 2203200 \text{ руб} = 69700 \text{ \$ США}$$

4.4. Стоимость традиционных и альтернативных систем электро-тепло-водоснабжения поселка примерно одинаковы и в среднем составляют 1000000 \$ США.

Указанный комплекс работ включает:

- проектирование данных систем (источник, сети, потребители воды, тепла и электроэнергии);
- закупка стандартного и изготовление нестандартного оборудования;
- строительно-монтажные работы;
- пуско-наладочные работы.

Более низкая стоимость оборудования в традиционном варианте с лихвой окупается более низкой стоимостью строительно-монтажных и пусконаладочных работ альтернативного варианта. Последнее утверждение объясняется более высоким качеством и степенью технологического совершенства применяемого оборудования.

Учитывая новизну предлагаемого решения, следует учитывать более высокую стоимость проектных работ альтернативного варианта, которая оценивается дополнительными расходами в 50000 \$ США и окупится более низкими эксплуатационными расходами в течение (6-9) месяцев эксплуатации.

4.4. Несомненным преимуществом альтернативного варианта (подробнее далее по тексту) является охлаждение помещений в летнее время. В указанных целях используется штатная отопительная система и тепловой насос в режиме реверсивного цикла.

4.5. Надежность и долговечность альтернативных систем, степень их автоматизации, а значит и уровень комфортности в широком смысле слова на порядок выше, чем у традиционных систем.

## 5. Техническое описание альтернативных систем электро-тепло-водоснабжения

5.1. На рисунке 3 приложения изображен план жилого поселка. Коммуникации к жилым домам (вода, тепло, электроэнергия) от централизованной системы электро-тепло-водоснабжения (ЦС-ЭТВ) предлагается прокладывать по наружной эстакаде изолированными полимерными трубопроводами и электрическими кабелями. Ввод в распределительный узел жилого здания (коттеджа) предлагается осуществлять верхним отводом от эстакады.

**Примечание** – применение труб из полимерных материалов для водо-теплоснабжения позволяет снизить коэффициент потерь тепла до 1.08.

5.2. На рисунке 2 приложения представлен один из вариантов реализации ЦС-ЭТВ.

5.2.1. Основой водоснабжения является водонапорная башня с регулятором уровня (РУ-8) который управляет глубинным насосом (ГН). Вода в жилые дома подается за счет гидростатической разности уровня. Циркуляционный насос (ЦН6) служит для исключения замораживания водопровода и поддержания температуры холодной воды в пределах (18-20)°С с помощью подогревателя холодной воды (ПХВ), циркуляционного насоса ЦН5, управляемого регулятором РТ-В. Как только температура холодной воды падает ниже установленного значения регулятор включает насос ЦН5. Подает теплоноситель на пластинчатый подогреватель ПХВ, а затем останавливает насос (подачу теплоносителя) при достижении температуры холодной воды заданного значения. Указанная система в определенных пределах служит для сброса избытков тепла.

5.2.2. В качестве источника электрической и тепловой энергии служат три газовых электро-теплогенератора (ГТЭ).

Параметры каждого: электрическая мощность-300 кВт, тепловая мощность-500 кВт, суммарный КПД-94 %

ГТЭ- полностью автоматизированные устройства. Включение и выключение ГТЭ проводится автоматически в соответствии с реальным электрическим потреблением жилых домов. При включении ГТЭ автоматически включается система его охлаждения – соответственно циркуляционные насосы ЦН2, ЦН3, ЦН4. Тепло, утилизированное системой теплоснабжения подается в центральную теплосеть с помощью основного циркуляционного насоса ЦН1. Подобная схема широко применяется при подключении гидронных котлов. Система регулирования теплосети должна выполнить задачу поддержания температуры воды на вводе и выводе в установленных пределах, т.е. 45 и 65 °С соответственно. Если температура на выходе теплосети превышает 65°С, в работу включается регулятор РТ-ТС, который сбрасывает излишки тепла на воздушный охладитель теплосети ВОТС.

**Примечание** – Если в поселке в непосредственной близости от ЦС-ЭТВ имеется водоем или речка, применяют водоводяной утилизатор излишков тепла.

Для безаварийной работы электросети предусмотрены автоматические разъединители электрической нагрузки АР-1 и АР-2, которые позволяют при резком возрастании потребления электроэнергии временно отключить часть потребителей для возможности выхода резервного ГТЭ на требуемую нагрузку.

### **Примечания.**

1). ГТЭ имеют устройства автоматической синхронизации с внешней электросетью. Совместное применение централизованных и местных источников электроэнергии имеет двухстороннюю безусловную экономическую выгоду, но практически нигде не применяется. Причиной тому многолетний монополистический менталитет РАО ЕЭС.

2). Резервная электросеть установленной мощностью 900 кВт позволит безаварийно функционировать поселку даже в случае аварийного отключения газа. (см. далее по тексту).

5.3. На рисунке 1 приложения представлена принципиальная схема тепло – водоснабжения жилого дома (коттеджа).

5.3.1. Отопление осуществляется за счет циркуляции теплоносителя от внешней теплосети через подогреватель воздушного отопления (ПВО). Воздух через систему подпольных каналов здания в расчетном размере попадает в нижнюю часть помещений.

Отсос воздуха осуществляется централизованной системой вытяжки (ОВВ – охладитель вытяжки воздушный). Если температура теплоносителя за ПВО падает ниже 45°C, автоматически включается тепловой насос (ТН), циркуляционные насосы Н1 и Н2. Тепловой насос (ТН) «отсасывает» низкопотенциальное тепло от канализационных стоков и уходящего с вентиляцией воздуха. За счет этого подымает температуру теплоносителя до расчетного параметра (60-65)°С, и передает его в контур отопления и горячего водоснабжения.

5.3.2. Тепловой насос может работать в обратном цикле, т.е. как холодильная машина.

Этот режим должным образом не отображен на рисунке 1. Суть его состоит в том, что в обратном (реверсивном) цикле ТН охлаждает нагнетаемый воздух и нагревает воздух и канализационные стоки, уходящие из помещения. Таким образом отопительное оборудование в летнее время используется в качестве эффективного кондиционера.

**Примечания.**

1). По выбору жильца коттедж может быть поставлен в следующие режимы:

- сбалансированный (весенне-осенний) режим, когда работает приточная и вытяжная вентиляция;
- нагнетательный (летний) режим, когда работает только приточная (охладительная) вентиляция;
- вытяжной (зимний) режим, когда работает только вытяжная вентиляция.

5.3.3. Горячее водоснабжение коттеджа осуществляется от «Бака горячей воды» (см. рисунок 1 приложения). Заданный уровень в указанном баке поддерживается с помощью регулятора уровня РУ3, который управляет электромагнитным клапаном ЭК3. Температурный режим поддерживается регулятором температуры РТ4, который при снижении заданной температуры включает циркуляционный насос Н5. Горячая вода нагревается в пластинчатом теплообменнике ПП3 внешним теплоносителем. Подобная организация горячего водоснабжения гарантирует устойчивую и надежную работу всей системы теплоснабжения даже при пиковых нагрузках.

5.3.4. Подогрев бассейна (система очистки воды на рисунке не указана) проводится регулятором РТ5, который при снижении температуры в бассейне включает циркуляционный насос Н4. Нагрев воды в бассейна проводится внешним теплоносителем от пластинчатого теплообменника ПП2.

5.3.5. Для исключения перегрева теплоносителя, циркулирующего через теплообменники ПП2 и ПП3 служит регулятор РТ1, который с помощью электрифицированного клапана ЭК1 поддерживает температуру «обратки» в пределах (40-45)°С.

5.3.6. Вода накапливается в «Баке холодной воды» и подается в дом за счет гидростатического перепада. Заданный уровень в указанном баке поддерживается регулятором уровня РУ2, который управляет электромагнитным клапаном ЭК2.

5.3.7. Существенным моментом в организации систем коттеджа является разделение канализации на участке отбора тепла на две линии. Фекальная канализация направляется прямо в канализационный коллектор. Все остальные стоки собираются в «Аккумулятор стоков». Уровень в «Аккумуляторе стоков» поддерживается регулятором уровня РУ1, который управляет электрифицированной задвижкой. Температурный режим «Аккумулятора стоков» поддерживается регулятором РТ3, который управляет циркуляционным насосом Н3. Охлаждение стоков проводится внешним холодоносителем теплового насоса при помощи пластинчатого теплообменника ПП1.

5.3.8. В случае аварийного отключения газа нагрев теплоносителя для отопления и горячего водоснабжения коттеджа осуществляется электрокотлом КЭР и тепловым насосом (ТН), которые получают электроэнергию из резерва- внешней электросети.

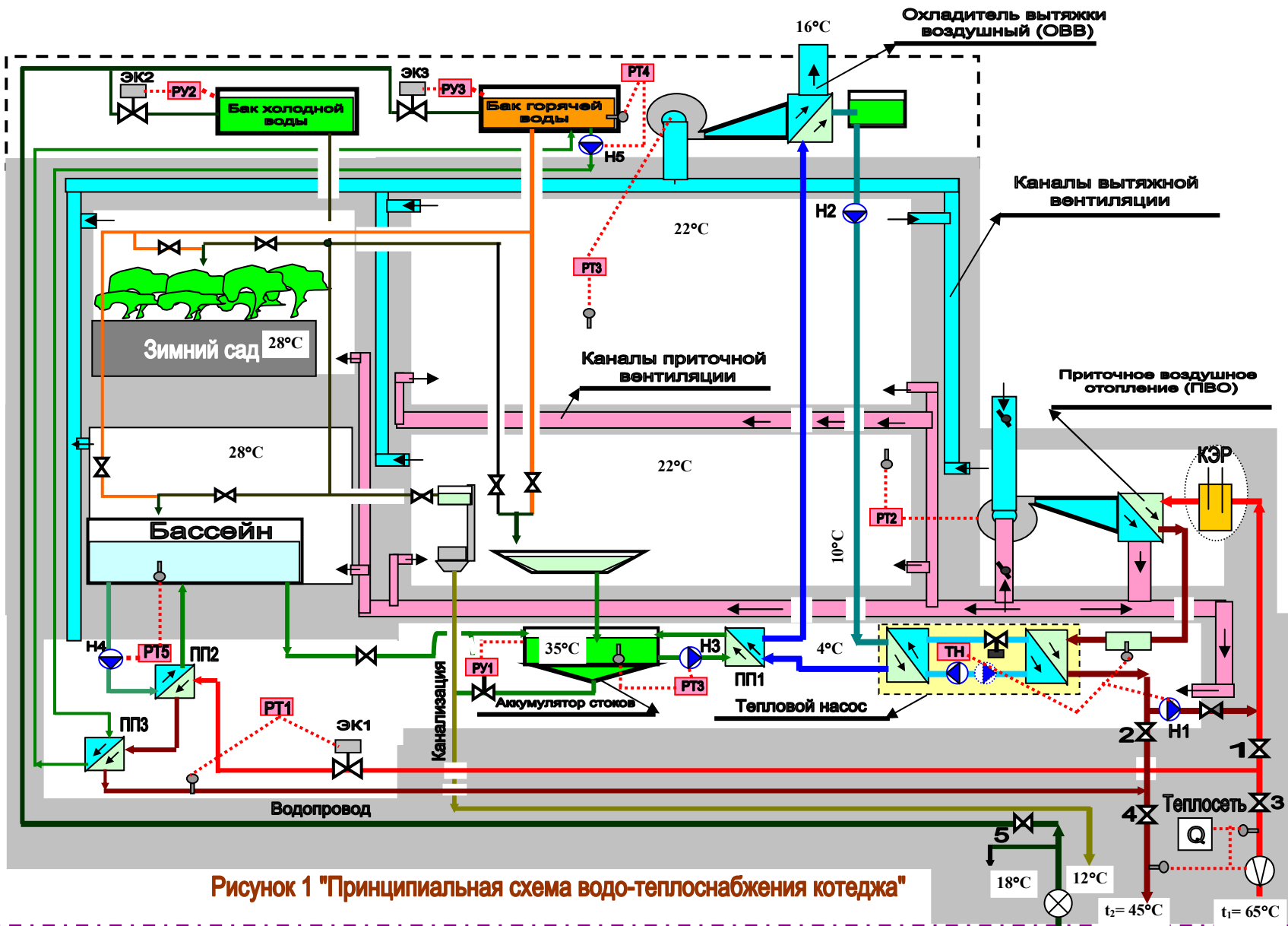
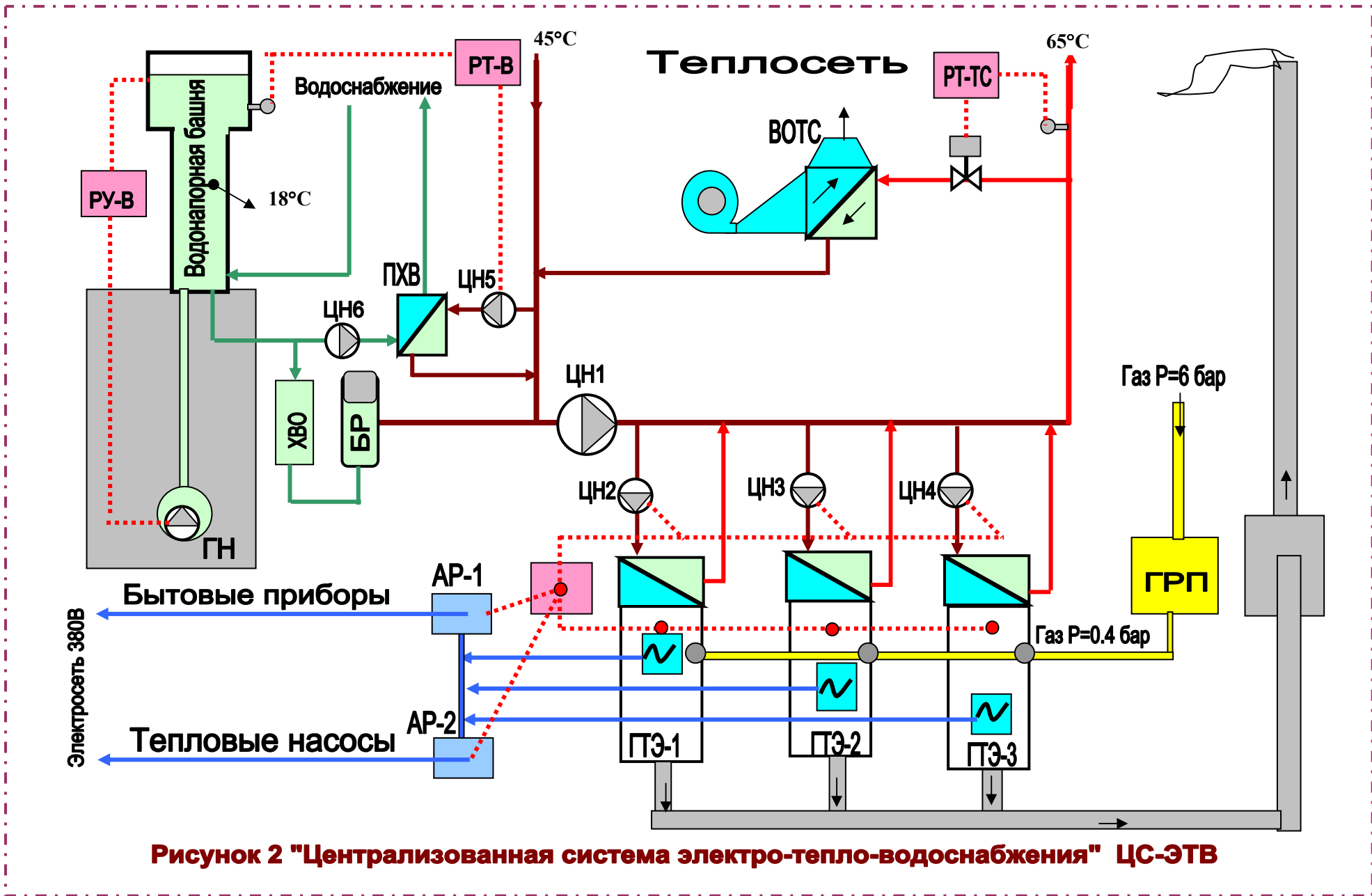


Рисунок 1 "Принципиальная схема водо-теплоснабжения коттеджа"



**Рисунок 2 "Централизованная система электро-тепло-водоснабжения" ЦС-ЭТВ**

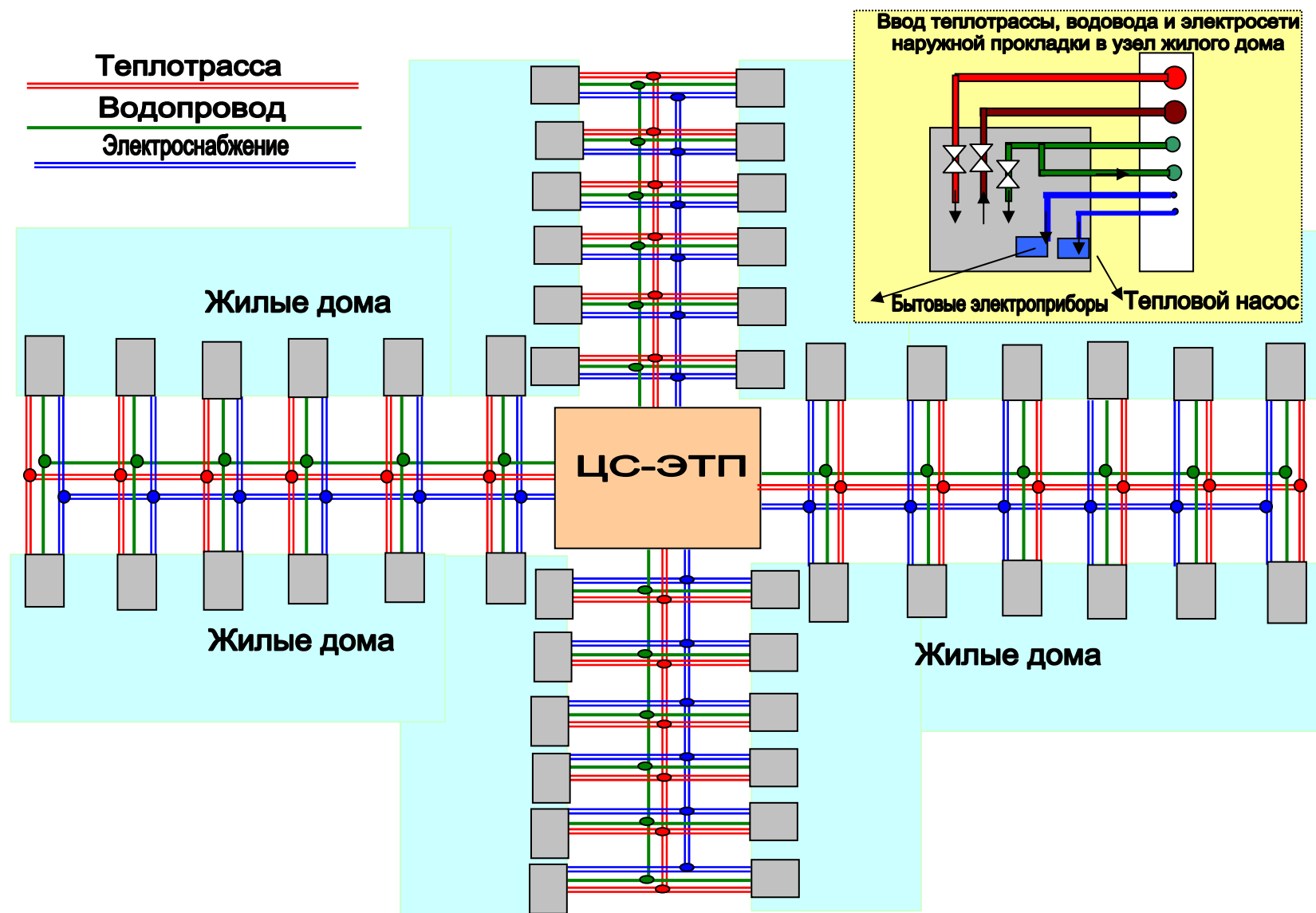


Рисунок 3 "План электро-тепло-водоснабжения поселка"