



Основные принципы энергосбережения

Горшков А.С., к.т.н., доцент ФГБОУ ВПО
«Санкт-Петербургский государственный
политехнический университет»

1

Указ Президента Российской Федерации от 04.06.08 N 889
"О некоторых мерах по повышению энергетической и экологической эффективности российской экономики"

2

Федеральный закон от 23.11.09 N261-ФЗ
"Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации"

3

Постановления Правительства Российской Федерации:
- N 18 от 25 января 2011 «Об утверждении правил установления требований энергетической эффективности ...»
- N 19 от 25 января 2011 «Об утверждении положения о требованиях, предъявляемых к сбору, обработке, систематизации, анализу и использованию данных энергетических паспортов...»

Статья 11.

1 Обеспечение энергетической эффективности зданий, строений, сооружений

2 1. Здания, строения, сооружения, за исключением указанных в части 5 настоящей статьи зданий, строений, сооружений, должны соответствовать требованиям энергетической эффективности, установленным уполномоченным федеральным органом исполнительной власти в соответствии с правилами, утвержденными Правительством Российской Федерации.

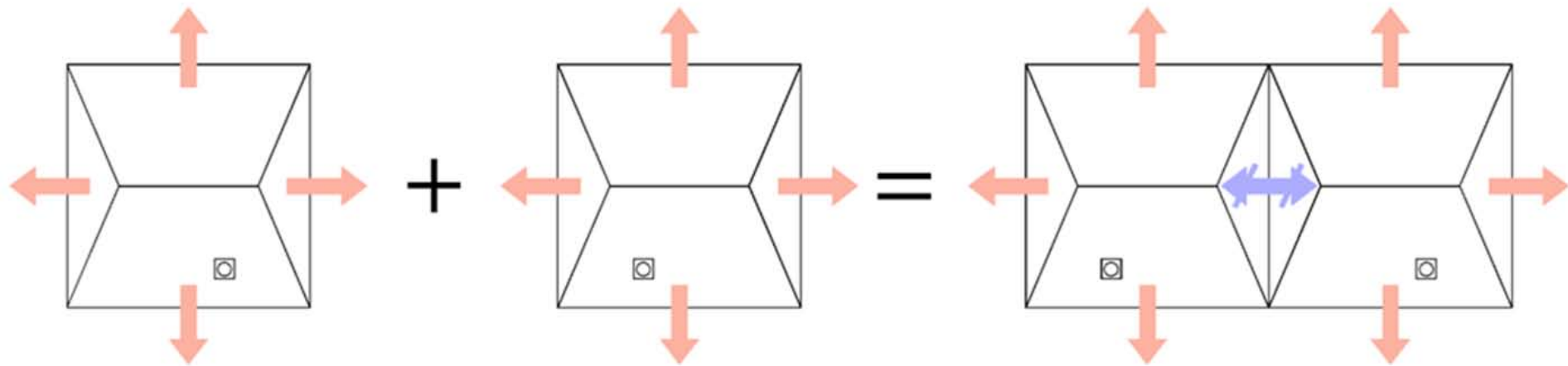
5. Требования энергетической эффективности не распространяются на следующие здания, строения, сооружения:

3 4) объекты индивидуального жилищного строительства (отдельно стоящие и предназначенные для проживания одной семьи жилые дома с количеством этажей не более чем три), дачные дома, садовые дома;

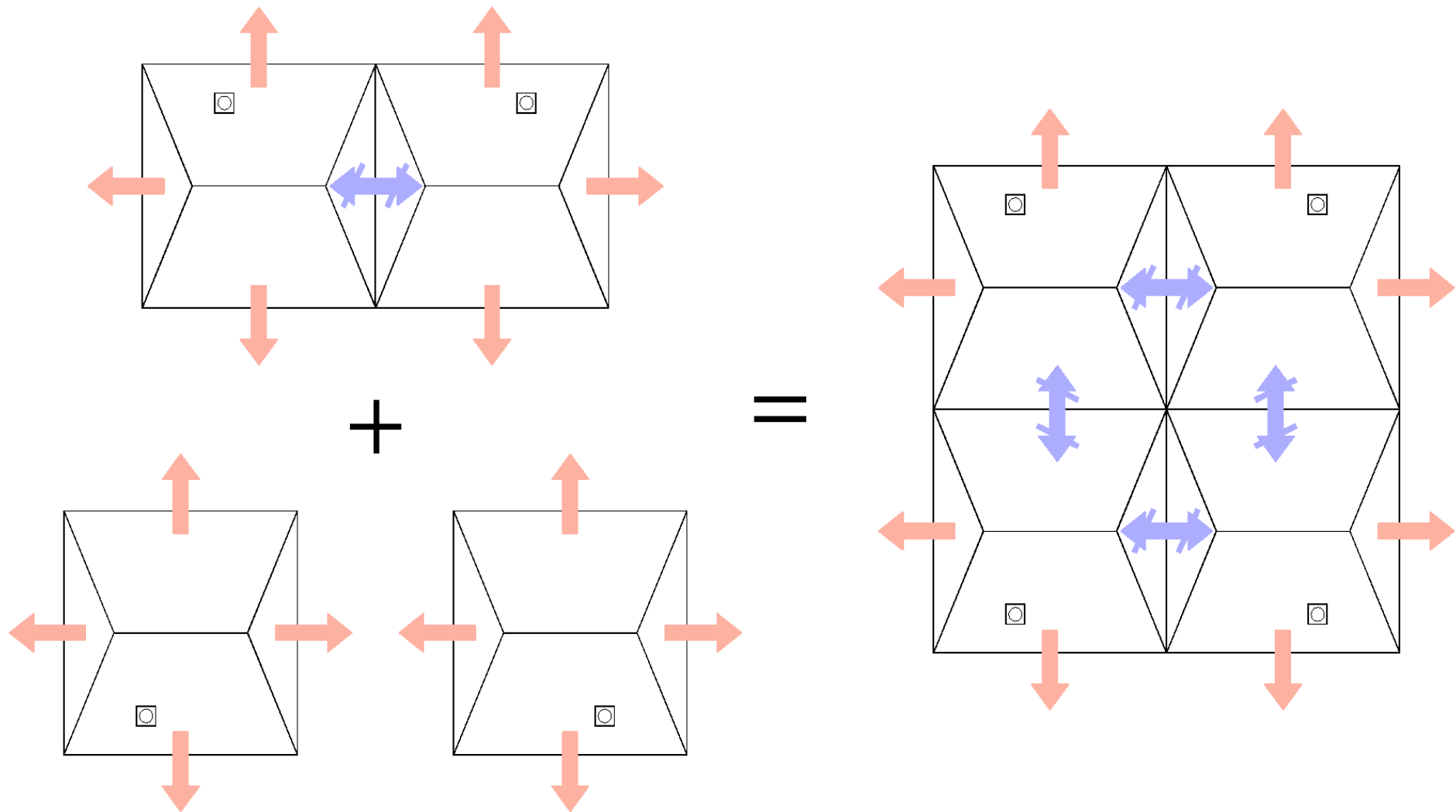
Основные принципы энергосбережения

- 1** компактность здания.
- 2** высокий уровень теплоизоляции наружных ограждающих конструкций;
- 3** герметичность (воздухоНЕпроницаемость) наружной оболочки здания;
- 4** использование энергосберегающих инженерных решений (утилизаторов тепла вытяжного воздуха, АИТП);
- 5** использование возобновляемых источников тепловой энергии (солнечных коллекторов, тепловых насосов и т.п.).

Влияние размеров здания

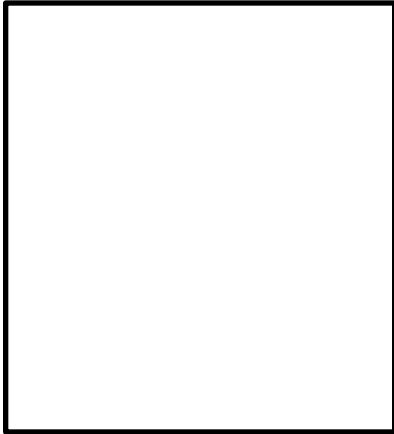


Влияние размеров здания (продолжение)

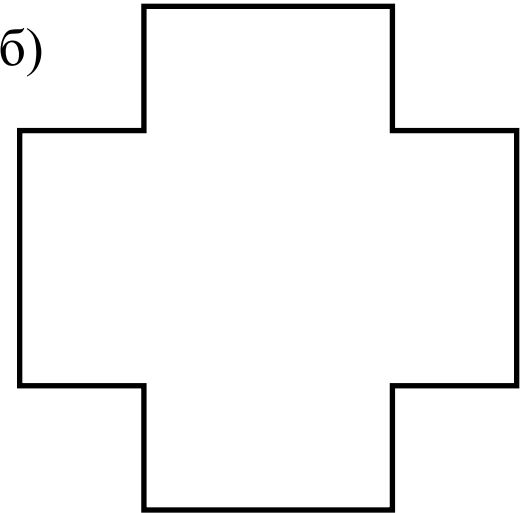


Влияние формы здания

а)



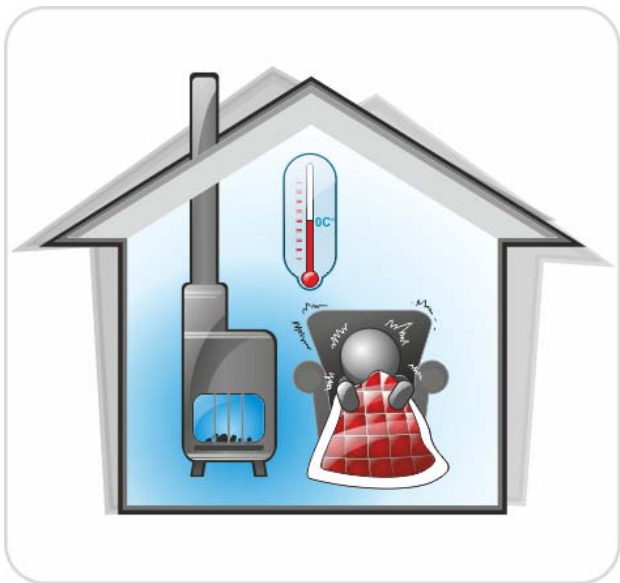
б)



Планы двух одинаковых по площади и
строительному объему зданий:

- а) с квадратной в плане конфигурации;
- б) с конфигурацией здания в форме креста

Почему важна теплоизоляция?



Цели и задачи исследования

➤ **Цель исследования:** анализ на примере одного жилого многоэтажного здания последствий такого уменьшения требований к уровню тепловой защиты

В основе анализа лежит расчет трансмиссионных потерь тепловой энергии многоквартирного жилого дома за отопительный период применительно к климатическим условиям города Ленинградской области. Принимаются минимальные требования к уровню тепловой защиты наружных ограждающих конструкций в соответствии со следующими стандартами:

- Стандарту Российской Федерации **СП 50.13330.2012**
- Стандарту Финляндии **National Building Code of Finland, Part D3**

Объект исследования



Допущения

Для расчета примем, что вне зависимости требования к уровню тепловой защиты наружных ограждающих конструкций:

1. строительный объем и площади проектируемого здания приняты одинаковыми;
 2. воздухообмен в проектируемом здании принят одинаковым;
 3. система вентиляции в проектируемом здании идентична;
 4. ориентацию фасадов по сторонам света примем одинаковой;
 5. расчетное количество жителей в здании примем одинаковым;
 6. бытовые и солнечные тепlopоступления рассматриваемого здания за отопительный период также окажутся одинаковыми.
- Таким образом, сравнение затрат тепловой энергии на отопление произведем только по показателям трансмиссионных тепlopотерь здания (потерь тепловой энергии через наружные ограждающие конструкции).

Исходные данные для расчета трансмиссионных потерь тепловой энергии

Тип наружной ограждающей конструкции	Площадь конструкции , м ²
Наружные стены -	207,3
Окна, включая мансардные -	75,8
Входные наружные двери -	5,4
Совмещенное покрытие (без учета свесов) -	156,0
Полы по грунту -	144,0
Суммарная площадь наружных ограждающих конструкций отапливаемого объема здания -	588,5

Климатические параметры района строительства

Показатель	Обозначение показателя	Единица измерения	Расчетное значение
Расчетная температура наружного воздуха	t_n	°C	- 29
Средняя температура наружного воздуха за отопительный период	$t_{от}$	°C	- 2,9
Продолжительность отопительного периода	$Z_{от}$	сут/год	228
Градусо-сутки отопительного периода	ГСОП	°C·сут/ год	5221
Расчетная температура внутреннего воздуха	t_v	°C	20
Расчетная температура чердака	$t_{черд}$	°C	-
Расчетная температура в помещениях подвала	$t_{подз}$	°C	-

Минимальные требования к уровню теплоизоляции наружных ограждающих конструкций

Тип наружной ограждающей конструкции	Требуемые значения приведенного сопротивления теплопередаче, $\text{м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт}$, рассчитанные по стандартам:	
	СП 50.13330 $R_{\text{СП}}^{\text{ТР}}$, $\text{м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт}$	National Building Code of Finland, Part D3, $R_{\text{D3}}^{\text{ТР}}$, $\text{м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт}$
Наружные стены	3,23	5,88
Окна и балконные двери	0,54	1,0
Входные наружные двери	0,79	1,0
Совмещенное покрытие	4,81	11,11
Полы по грунту	Не нормируются (2,82*)	3,85

Расчет трансмиссионных потерь тепловой энергии через оболочку здания

Расчет трансмиссионных потерь тепловой энергии на отопление, кВт·ч/год, за отопительный период произведем по формуле:

$$Q_{\text{огр}}^{\Gamma} = 0,024 \cdot \text{ГСОП} \cdot \sum_{i=1}^n \frac{A_i}{R_i}, \quad (1)$$

Рассчитаем по формуле (1) для рассматриваемого жилого многоквартирного дома потери тепловой энергии через наружные ограждающие конструкции за отопительный период, используя минимальные требования к уровню тепловой защиты ограждающих конструкций по различным нормативным документам, – **СП 50.13330**, **National Building Code of Finland, Part D3** соответственно.

Результаты сведем в таблицу.

Результаты расчета

Результаты расчета по стандарту	Годовой расход тепловой энергии через наружные ограждающие конструкции (трансмиссионные потери тепловой энергии)		
	кВт·ч/год	МДж/год*	Гкал/год**
СП 50.13330	36 950	133 020	31,8
National Building Code of Finland, Part D3	19 239	69 260	16,5

Примечания:

*Расход тепловой энергии в МДж/год вычислен исходя из следующего соотношения:

1 кВт·ч /год = 3,6 МДж/год.

**Расход тепловой энергии в Гкал/год вычислен исходя из следующего соотношения:

1 кВт·ч /год = $86 \cdot 10^{-5}$ Гкал/год.

Динамика роста тарифов на тепловую энергию в Санкт-Петербурге

Год	Величина тарифа, руб/Гкал (вкл. НДС)	Основание
2006	500,40	Распоряжение Региональной энергетической комиссии Правительства Санкт-Петербурга от 16 ноября 2005 г. N 100-р
2007	575,46	Распоряжение Комитета по тарифам Правительства Санкт-Петербурга от 15 ноября 2006 г. N 123-р
2008	650,00	Распоряжение Комитета по тарифам Правительства Санкт-Петербурга от 31 октября 2007 г. N 139-р
2009	795,73	Распоряжение Комитета по тарифам Правительства Санкт-Петербурга от 19 ноября 2008 г. N 141-р
2010	931,00	Распоряжение Комитета по тарифам Правительства Санкт-Петербурга от 14 декабря 2009 г. N 199-р
2011	1050,00	Распоряжение Комитета по тарифам Правительства Санкт-Петербурга от 13 декабря 2010 г. N 334-р

Динамика роста тарифов на тепловую энергию в Санкт-Петербурге

Годы (с...по)	Прирост стоимости тепловой энергии по отношению к предыдущему году, %
с 2006 по 2007 г.г.	+ 15,0
с 2007 по 2008 г.г.	+ 13,0
с 2008 по 2009 г.г.	+ 22,4
с 2009 по 2010 г.г.	+ 17,0
с 2010 по 2011 г.г.	+ 12,8
В среднем за один год (Δc_T)	+ 16,0

Расчет стоимости тепловой энергии на отопление рассматриваемого дома за 10, 20 и 30 лет эксплуатации

Расчет по стандарту	Общие расходы жильцов многоквартирного здания за тепловую энергию, руб.			
	За первый год эксплуатации	За 10 лет эксплуатации	За 20 лет эксплуатации	За 30 лет эксплуатации
СП 50.13330	63 400	1 287 256	6 494 923	27 562 842
National Building Code of Finland, Part D3	33 000	670 023	3 380 638	14 346 590

Примечание. Расходы жильцов дома за тепловую энергию за 10, 20, 30 лет эксплуатации, представленные в таблице, произведены по формуле геометрической прогрессии:

$$S_n = (a_1 - a_1 \cdot q^n) / (1 - q),$$

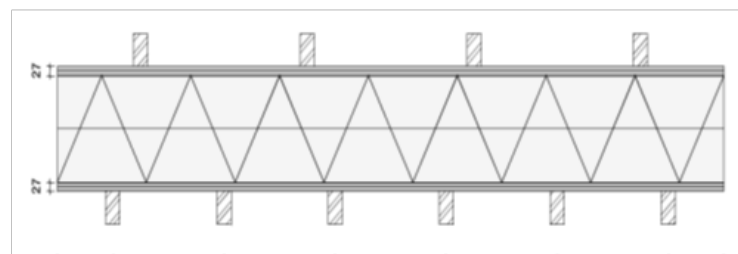
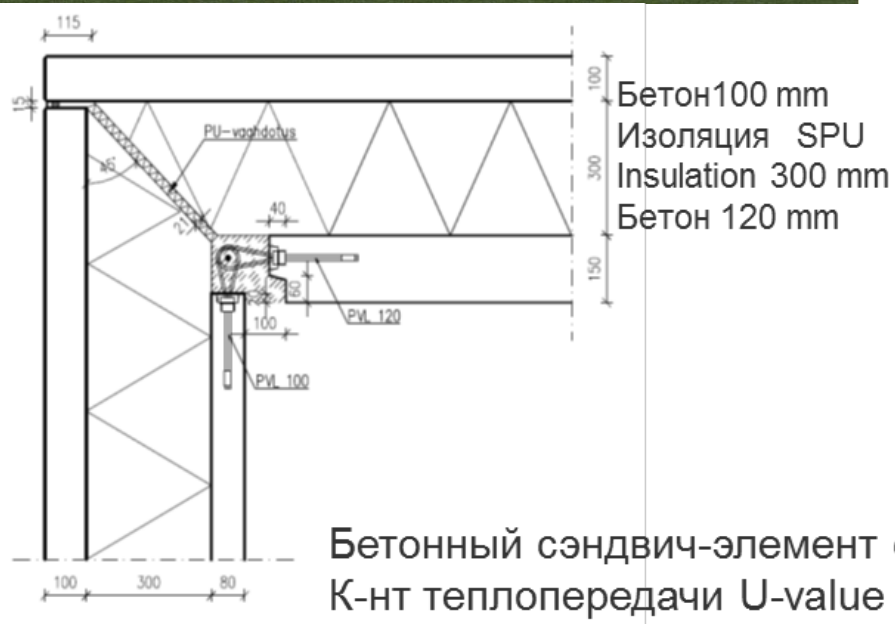
где a_1 – расходы жильцов за тепловую энергию в первый год эксплуатации (63400 руб, 33000 руб по различным, принятым для сравнения, нормативам);

q – среднегодовая норма роста тарифов на тепловую энергию, для рассматриваемого примера $q=1,15$ (15 %);

n – рассматриваемый период эксплуатации дома (10, 20 и 30 лет).

Примеры проектных решений, реализованных в Финляндии

Дом на одну семью «с нулевым потреблением энергией» в г. Мянтьюхарью



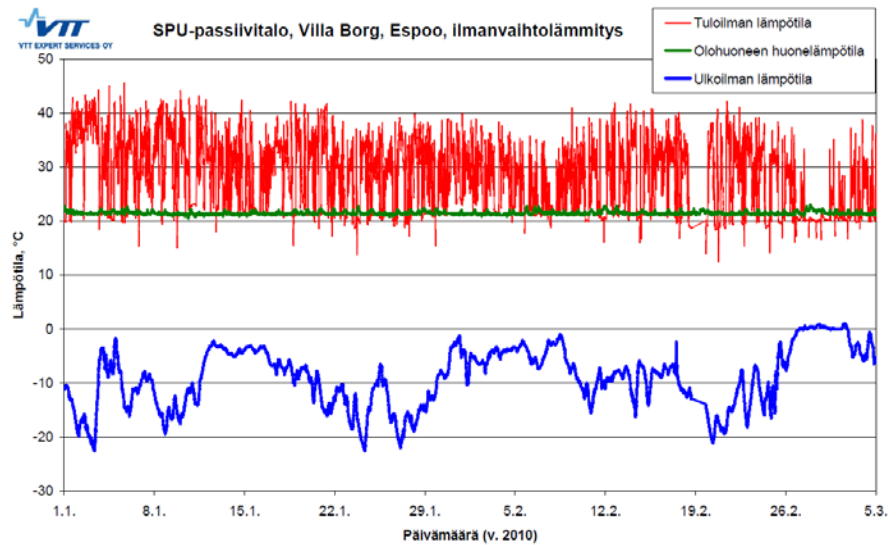
«Пассивный» элемент кровли SPU

Деревянный элемент кровли
U-value 0,06 W/m2K

«Энергопассивный» дом Villa Borg (Эспоо)



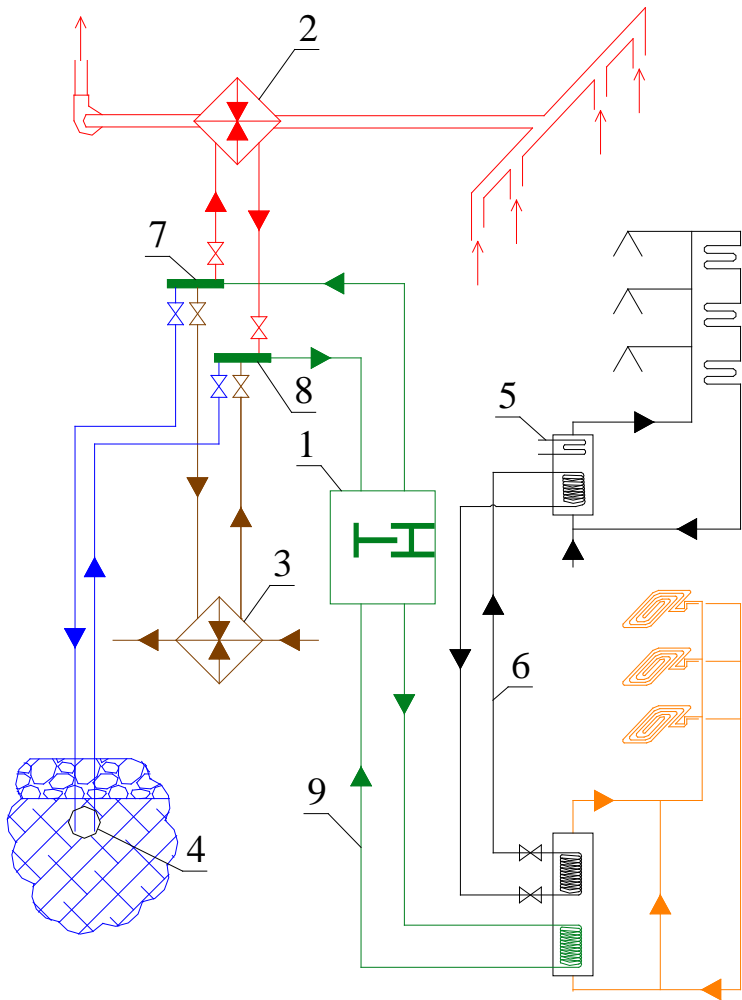
Измерения
энергопотребления
за два года (VTT)



Low Energy House (Хельсинки)



Использование возобновляемых источников энергии

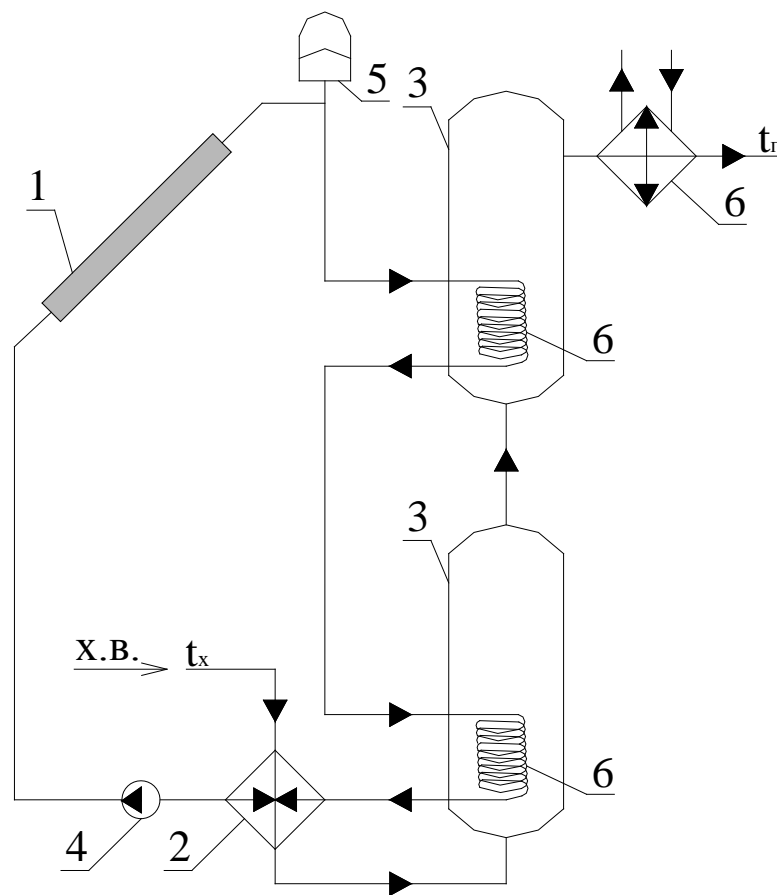
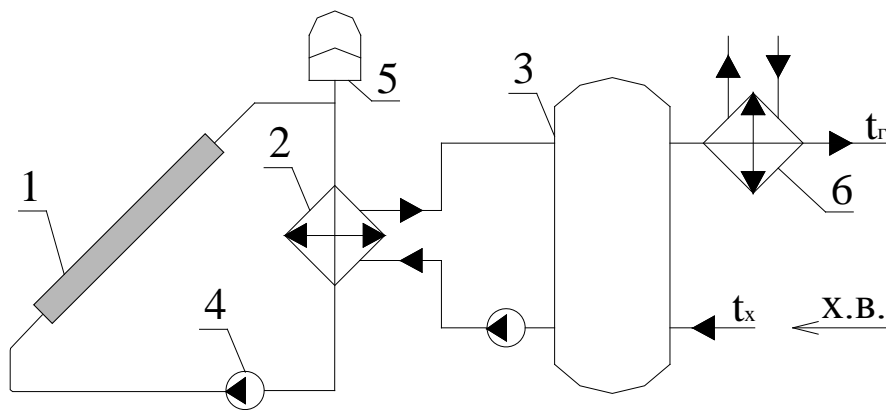
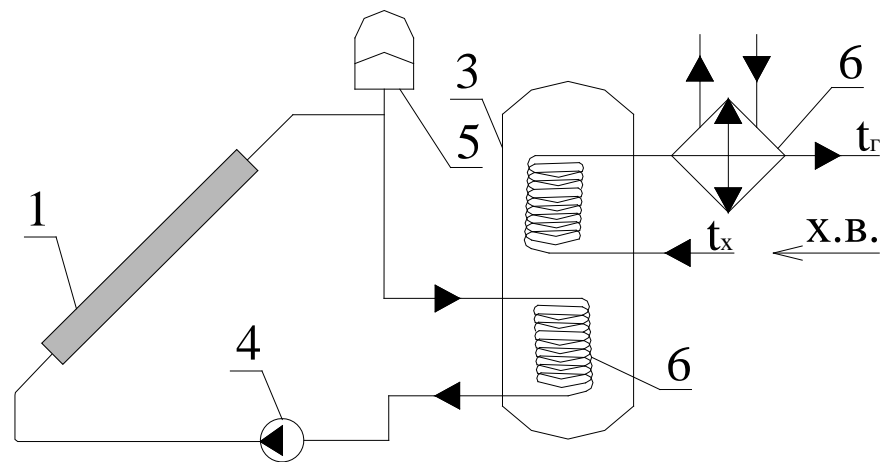


- 1** – тепловой насос;
- 2, 3, 4** – теплообменники системы теплосбора (соответственно, удаляемого вентиляционного воздуха, условно чистых сточных вод, грунта);
- 5** – дублирующий источник теплоты (догреватель) ГВС;
- 6** – промежуточный контур ГВС;
- 7, 8** – коллекторы (гребенки) первого контура ТН;
- 9** – второй контур ТН

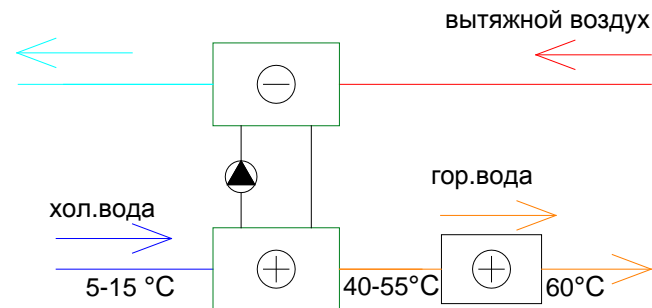
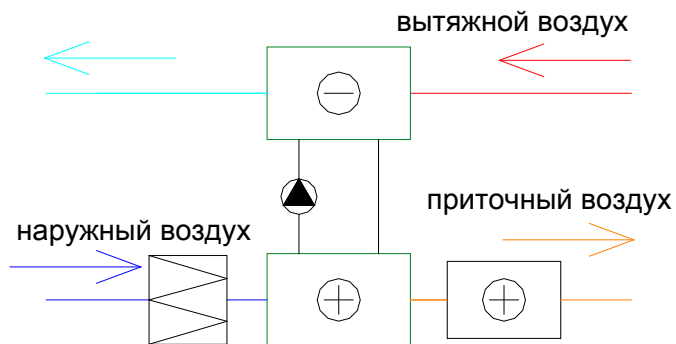
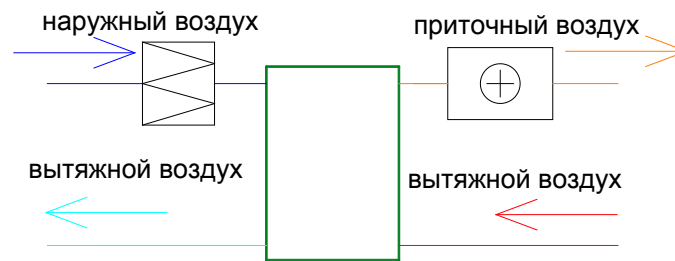
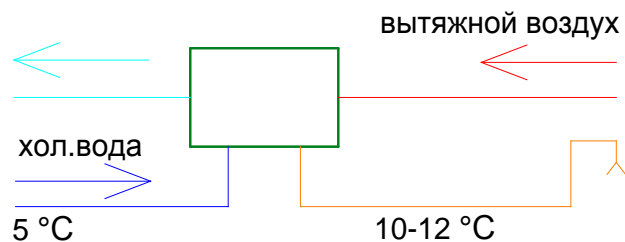
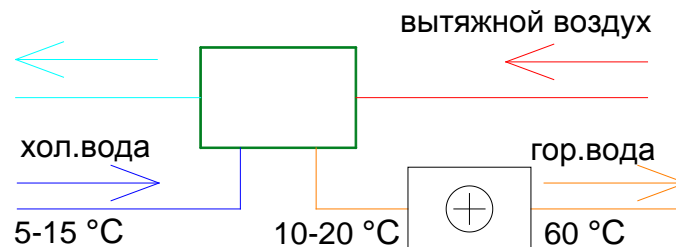
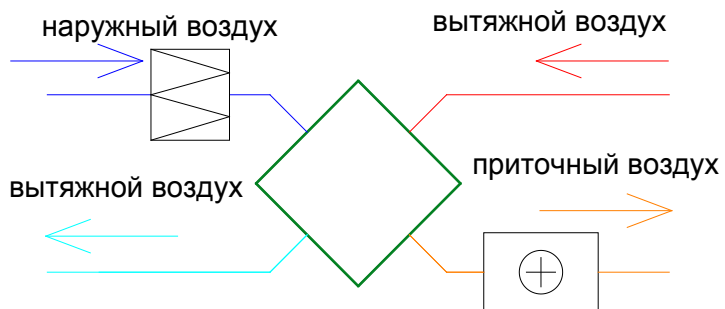
Принципиальная схема вентиляционной установки с геотермальным тепловым насосом



Принципиальная схема двухконтурной гелиосистемы



Использование вторичных энергетических ресурсов



Вертикальная вентиляционная установка с рекуперацией (утилизацией) тепла вытяжного воздуха



Основные принципы энергосбережения (повтор)

- 1** компактность здания.
- 2** высокий уровень теплоизоляции наружных ограждающих конструкций;
- 3** герметичность (воздухоНЕпроницаемость) наружной оболочки здания (стены не должны дышать; дышать должны ЛЮДИ!);
- 4** использование энергосберегающих инженерных решений (утилизаторов тепла вытяжного воздуха, АИТП);
- 5** использование возобновляемых источников тепловой энергии (солнечных коллекторов, тепловых насосов и т.п.).

Предлагаемые архитектурно-планировочные, инженерные и конструктивные решения должны быть согласованы и увязаны в комплексную взаимосвязанную систему.

**Благодарю
за внимание!**

