

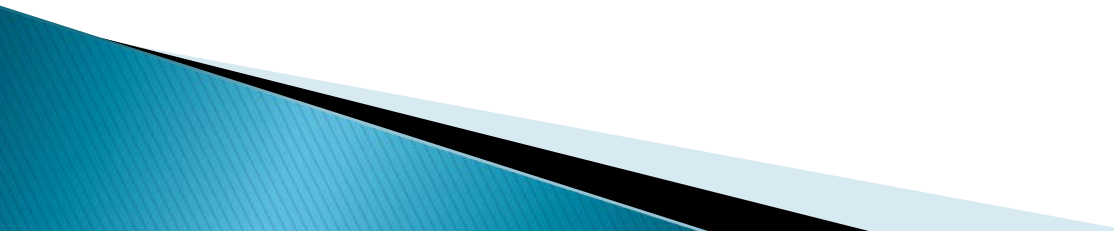


Повышение энергетической эффективности жилых зданий в Республике Беларусь

Результаты энергоаудита. Разработка плана и списка мер для повышения энергоэффективности

Андрей Федорович МОЛОЧКО
*национальный консультант проекта,
РУП «БелТЭИ», Беларусь*

Результаты энергоаудита

- ✓ Объективная оценка текущего использования энергетических ресурсов, установление фактов нерационального их использования;
 - ✓ Определение класса энергетической эффективности здания;
 - ✓ Разработка соответствующих мероприятий для устранения имеющихся, обнаруженных потерь;
- 

Результаты энергоаудита

По результат аудита составляются:

- ✓ Отчет о проведенном обследовании.
- ✓ Энергетический паспорт (сертификат) объекта обследования с присвоенным классом энергетической эффективности.
- ✓ Программа мероприятий с технико-экономическим обоснованием.

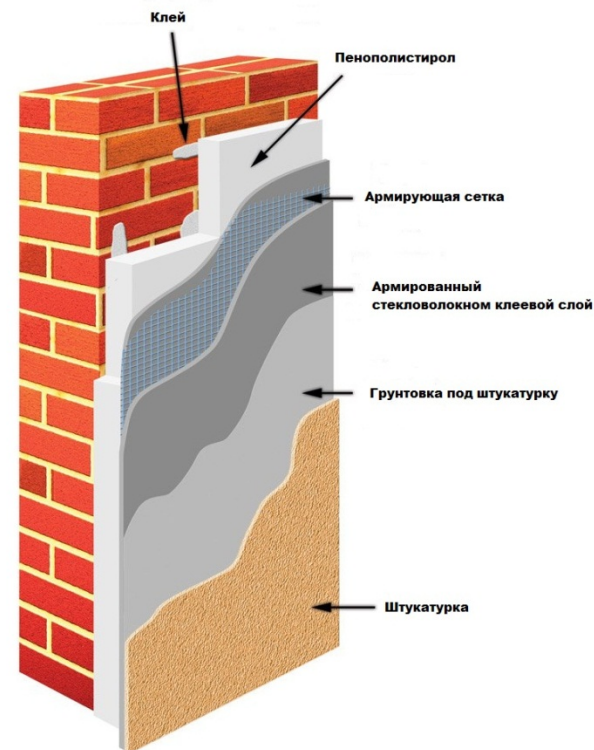
Разработка плана и списка мер для повышения энергоэффективности

ТЕПЛОВАЯ ЗАЩИТА ЗДАНИЯ

Нормативное сопротивление теплопередаче стен составляет $3,2 \text{ м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт}$.

Теплопроводность стен из железобетонных панелей составляет $0,7-1,2 \text{ Вт} / \text{м}^2 \cdot \text{К}$.

Дополнительное утепление наружных ограждений позволяет снизить потребление энергии на $4-12 \text{ кВт} \cdot \text{ч} / \text{м}^3$



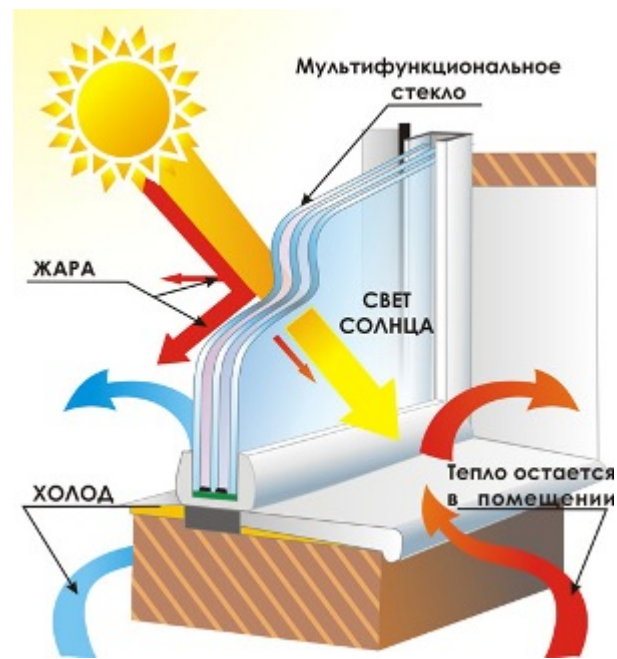
Разработка плана и списка мер для повышения энергоэффективности

ТЕПЛОВАЯ ЗАЩИТА ЗДАНИЯ

Нормативное сопротивление теплопередаче световых проемов в РБ составляет $1 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$.

Современные окна обеспечивают и хорошую теплозащиту, и звукоизоляцию. Однако нужно обязательно иметь в виду, что в многоэтажных домах окно – это не только элемент конструкции здания, но и важная часть системы вентиляции.

Замена световых проемов на современные снизить потребление энергии до $10 \text{ кВт} \cdot \text{ч}/\text{м}^3$

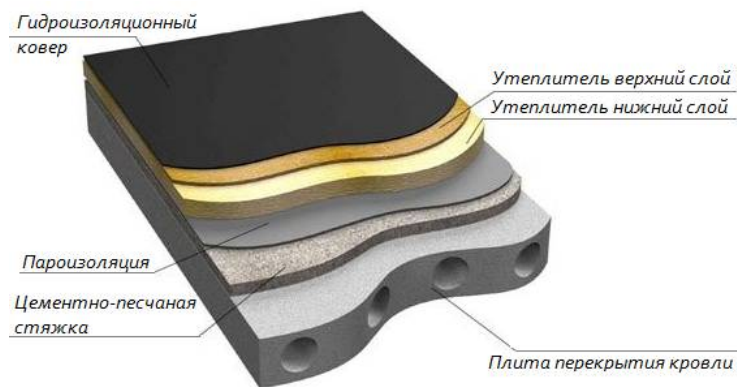


Разработка плана и списка мер для повышения энергоэффективности

ТЕПЛОВАЯ ЗАЩИТА ЗДАНИЯ

Нормативное сопротивление теплопередаче совмещенных покрытий, чердачных перекрытий и перекрытий над проездами составляет $6 \text{ м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт}$.

Дополнительное утепление кровельного покрытия (чердака) позволит снизить энергопотребление $3\text{--}5 \text{ кВт} \cdot \text{ч} / \text{м}^3$



Разработка плана и списка мер для повышения энергоэффективности

СИСТЕМА ОТОПЛЕНИЯ ЗДАНИЯ

Установка современного автоматизированного теплового узла позволяет снизить энергопотребление на 2–3 кВт·ч/м³

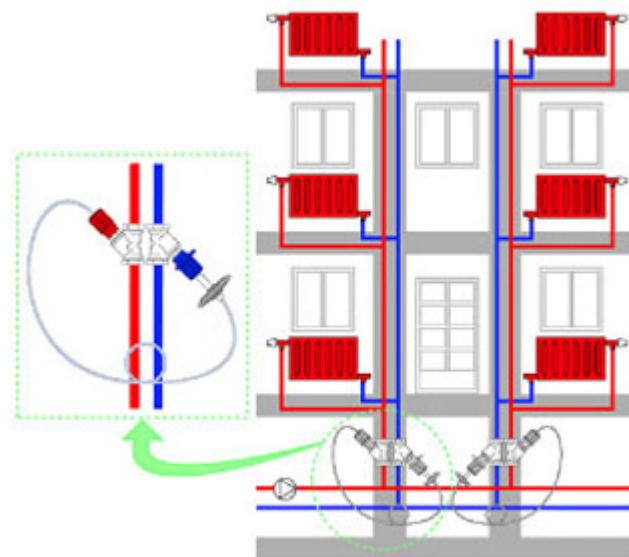


Разработка плана и списка мер для повышения энергоэффективности

СИСТЕМА ОТОПЛЕНИЯ ЗДАНИЯ

Балансировка системы отопления или охлаждения – это гидравлическая увязка которая направлена на перераспределение тепло–(хладо)носителя по всем замкнутым участкам системы отопления.

Установка балансировочных вентилей на стояках на стояках для отопительной системы позволяет снизить энергопотребление на 4–18 кВт·ч/м³

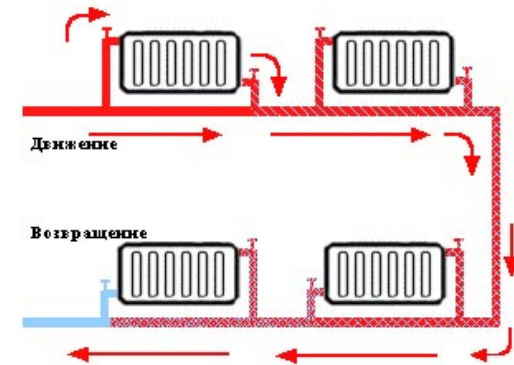


Разработка плана и списка мер для повышения энергоэффективности

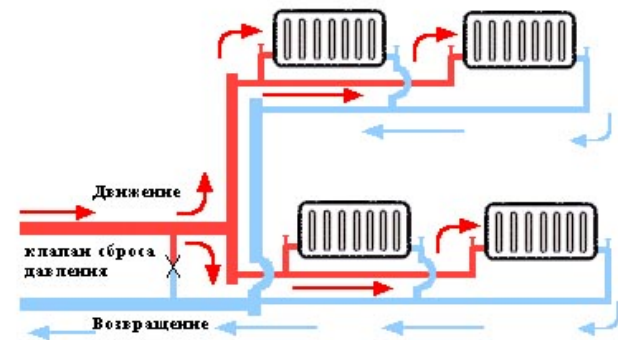
СИСТЕМА ОТОПЛЕНИЯ ЗДАНИЯ

Замена однотрубной отопительной системы на двухтрубную для равномерного распределения теплоносителя в системе отопления позволяет снизить энергопотребление на 10–30 кВт·ч/м³

Однотрубная



Двухтрубная



Разработка плана и списка мер для повышения энергоэффективности

СИСТЕМА ОТОПЛЕНИЯ ЗДАНИЯ

Поквартирный учет учитывает материальную заинтересованность потребителей.

Системы поквартирного учета расхода тепла на отопление:

- ▶ с помощью теплосчетчиков в горизонтальных поквартирных системах отопления;
- ▶ с помощью теплосчетчиков в квартирных тепловых пунктах (КТП);
- ▶ с помощью датчиков температур на этаже, стояках и расходомеров в вертикальных однотрубных системах отопления;
- ▶ с помощью индикаторов-распределителей, устанавливаемых на отопительных приборах, в вертикальных однотрубных и двухтрубных системах отопления.

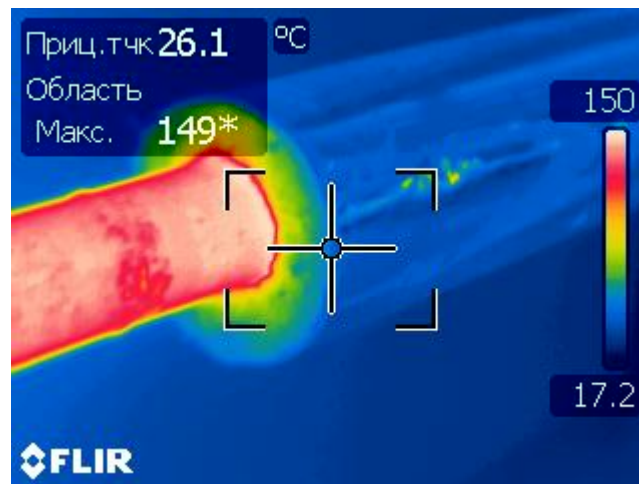
Установка термостатных регулировочных клапанов отопления позволяет снизить энергопотребление на 8–25 кВт·ч/м³



Разработка плана и списка мер для повышения энергоэффективности

СИСТЕМА ОТОПЛЕНИЯ ЗДАНИЯ

Изоляция трубопроводов в теплоузлах, подвалах и неотапливаемых помещениях позволяет снизить энергопотребление на 2–3 кВт·ч/м³



Разработка плана и списка мер для повышения энергоэффективности

ОСВЕЩЕНИЕ

Замена ламп накаливания на эффективные источники освещения

Компактная люминесцентная лампа мощностью 15 Вт обеспечивает световой поток, соответствующий лампе накаливания мощностью 75 Вт, а ее срок службы превышает срок службы лампы накаливания примерно в пять раз.



Разработка плана и списка мер для повышения энергоэффективности

ПОТРЕБИТЕЛИ

Для жильцов зданий должны быть разработаны брошюры, буклеты, плакаты, реклама, Часто задаваемые вопросы с целью информирования о возможных путях экономии энергетических ресурсов.

Выбор бытовых электроприборов с низким энергопотреблением. Обычно такие электроприборы соответствующим образом промаркированы производителем. следует хотя бы обесточить ненужные и редко используемые электроприборы, а также выключать электроприборы при длительном отсутствии.



Пример технико-экономического обоснования

В качестве примера выбран индивидуальный жилой дом. Отопление и горячее водоснабжение здания осуществляется газовым двухконтурным котлом BAXI MAIN Four 240 F.

Предлагается установить тепловой насос для покрытия тепловой нагрузки здания.

Пример технико-экономического обоснования

Исходные данные для проведения экономических расчетов для мероприятия по установке теплового насоса			
Наименование показателя	Обозначение/ ед. измерений	Базовый вариант	Вариант с использованием теплового насоса
Наименование оборудования	оборудование	Газовый котёл	Тепловой насос
Тип оборудования (марка)	тип, марка	BAXI MAIN FOUR 240 F	Buderus Logatherm WPS 7K
Установленная мощность оборудования	P, кВт	16,0	7,0
Потребление природного газа	$G_{\text{газ}}$, м ³	16 906,8	0
Изменение потребления природного газа	$\Delta G_{\text{газ}}$, м ³	-	-16 906,8
Количество потребляемой электрической энергии в год для функционирования самого оборудования (потребление на собственные нужды теплового насоса)	W, кВт·ч	-	14016,0
Изменение потребляемой электрической энергии в год (увеличение либо снижение)	ΔW , кВт·ч	-	+14016,0
Снижение/увеличение потребления энергии, выраженное в условном топливе	ΔB , т у.т.	-	-15,5
Стоимость основного оборудования	$K_{\text{об}}$, млн. руб.	-	75,0
Срок службы оборудования	$T_{\text{сл}}$, лет	-	20

Пример технико-экономического обоснования

Капитальные затраты в мероприятие по установке теплового насоса

$$K = K_{об} + K_{вспом.об} + K_{смр} + K_{пнр}$$

Вид затрат	Величина затрат, млн. руб.
$K_{об}$ – стоимость основного оборудования	75,00
$K_{вспом.об.} = 0,15 \cdot K_{об}$ – стоимость вспомогательного оборудования	11,25
$K_{смр} = 0,2 \cdot K_{об}$; – стоимость строительно-монтажных работ	15,00
$K_{пнр} = 0,05 \cdot K_{об}$ – стоимость пуско-наладочных работ	3,75
K – всего затраты:	105,00

Пример технико-экономического обоснования

Исходные данные для проведения экономических расчетов и определения показателей эффективности проекта	
Годовой экономический эффект с учетом годовых издержек производства $\mathcal{E} = \Delta C_{газ} \cdot C_{газ} - \Delta W \cdot T_{эз} - \Delta И_{мат}$	$\mathcal{E} = 14,04$ млн. руб.
Годовые издержки производства $\Delta И_{мат} = 0,02 K_{об}$	$\Delta И = 1,5$ млн. руб.
Капитальные вложения	$K = 105,00$ млн.руб.
Горизонт расчета	$T = 20$ лет
Расчетный период	$t = 0 \div 20$
Ставка дисконтирования	$E = 10\%, E = 12\%$

Пример технико-экономического обоснования

Простой срок окупаемости:

$$T_n = \frac{K}{\text{Э}} = \frac{105,00}{14,04} = 7,5 \text{ года}$$

Настоящая стоимость :

$$\text{НС} = \text{Э} \cdot (1 + E)^{-t}$$

где Э – годовой экономический эффект, млн.руб.;

Е – ставка дисконтирования, учитывает ставку рефинансирования Национального банка Республики Беларусь или фактическую ставку процента по долгосрочным кредитам банка, индекс цен (в некоторых случаях может учитываться надбавка за риск, которая добавляется к ставке дисконтирования для безрисковых вложений);

t – период, в течение которого осуществляются инвестиции, годы;

Пример технико-экономического обоснования

Чистый дисконтированный доход, положительное значение которого (ЧДД > 0) свидетельствует об экономической выгодности реализации энергосберегающего мероприятия в том смысле, что срок окупаемости проекта меньше срока службы.

$$\text{ЧДД}_t = \sum_{t=0}^t \text{НС}_{t_0:t} - K$$

Индекс прибыльности определяется как отношение суммы настоящей стоимости за расчетный период 0 – 20 лет при ставке дисконтирования, равной 0,1 (10 %), к величине капитальных вложений:

$$P_u = \frac{\sum_{t=0}^{T=20} \text{НС}^{0,1}}{K} = \frac{119,53}{105,00} = 1,1$$

Пример технико-экономического обоснования

Расчёт чистого дисконтированного дохода								
Год	Капитальные вложения, млн.руб.	Экономический эффект, млн.руб.	Настоящая стоимость, млн.руб.	Погодичное суммирование настоящей стоимости, млн.руб.	Чистый дисконтированный доход, млн.руб.	Настоящая стоимость, млн.руб.	Погодичное суммирование настоящей стоимости, млн.руб.	Чистый дисконтированный доход, млн.руб.
	К	Э	НС ^{0,1}	∑НС ^{0,1}	ЧДД	НС ^{0,12}	∑НС ^{0,12}	ЧДД
			при E=10%				при E=12%	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	105,00	0	0	0	-105,00	0	0	-105,00
1		14,04	12,76	12,76	-92,24	12,54	12,54	-92,46
2		14,04	11,60	24,37	-80,63	11,19	23,73	-81,27
3		14,04	10,55	34,92	-70,08	9,99	33,72	-71,28
4		14,04	9,59	44,50	-60,50	8,92	42,64	-62,36
5		14,04	8,72	53,22	-51,78	7,97	50,61	-54,39
6		14,04	7,93	61,15	-43,85	7,11	57,72	-47,28
7		14,04	7,20	68,35	-36,65	6,35	64,07	-40,93
8		14,04	6,55	74,90	-30,10	5,67	69,75	-35,25
9		14,04	5,95	80,86	-24,14	5,06	74,81	-30,19
10		14,04	5,41	86,27	-18,73	4,52	79,33	-25,67
11		14,04	4,92	91,19	-13,81	4,04	83,36	-21,64
12		14,04	4,47	95,66	-9,34	3,60	86,97	-18,03
13		14,04	4,07	99,73	-5,27	3,22	90,19	-14,81
14		14,04	3,70	103,43	-1,57	2,87	93,06	-11,94
15		14,04	3,36	106,79	1,79	2,57	95,62	-9,38
16		14,04	3,06	109,84	4,84	2,29	97,91	-7,09
17		14,04	2,78	112,62	7,62	2,04	99,96	-5,04
18		14,04	2,53	115,15	10,15	1,83	101,78	-3,22
19		14,04	2,30	117,44	12,44	1,63	103,42	-1,58
20		14,04	2,09	119,53	14,53	1,46	104,87	-0,13
Итого			119,53			104,87		

Пример технико-экономического обоснования

$T_{\text{дин}} = 14,6$ года

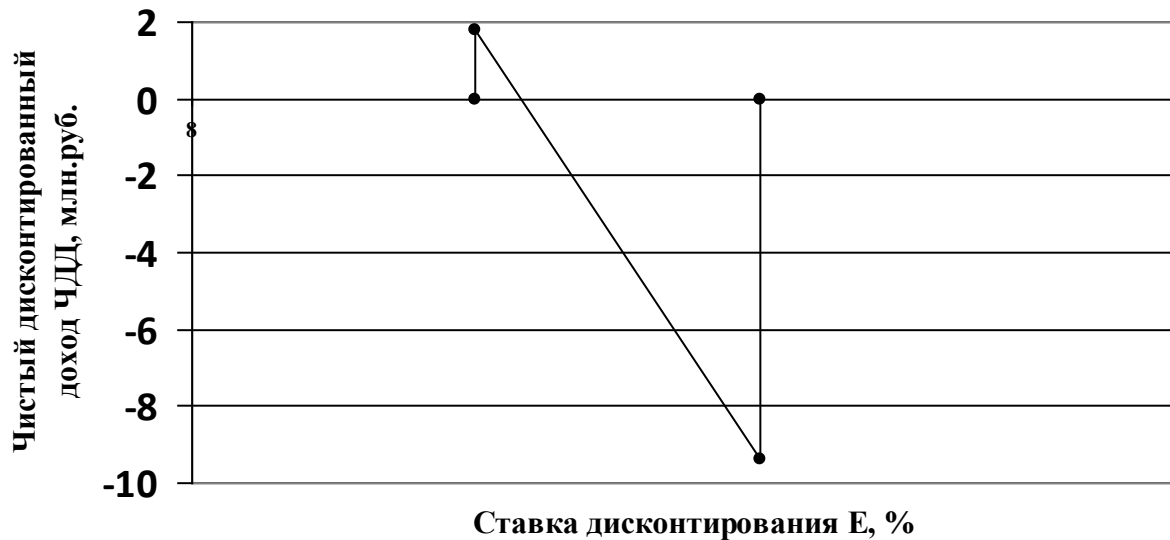


Пример технико-экономического обоснования

Внутренняя норма доходности Для 15-го года

$E_{вн}$ при $E=10\%$ ЧДД=1,79 млн.руб.
при $E=12\%$ ЧДД=-9,38 млн.руб.

$E_{вн}=10,3\%$



Пример технико–экономического обоснования

Показатели эффективности проекта:

Расчетная величина	Результат расчета
Простой срок окупаемости (T_n), лет	7,5 и менее 10 лет
Динамический срок окупаемости (T_d), лет	14,6 и менее 20 лет
Внутренняя норма доходности ($E_{вн}$)	10,3% и более 10%
Индекс прибыльности ($\Pi_{и}$)	1,1 более 1

Оценка эффективности реализованного мероприятия осуществляется на основании показателей эффективности проекта. Таким образом можно сделать вывод, что в результате расчета полученные значения чистого дисконтированного дохода, внутренней нормы доходности и индекса прибыльности подтверждают эффективность использования средств, направляемых на выполнение данного энергосберегающего мероприятия по установке теплового насоса.



Повышение энергетической эффективности жилых зданий в Республике Беларусь

Спасибо за внимание !!!!

Андрей Федорович МОЛОЧКО
*национальный консультант проекта,
РУП «БелТЭИ», Беларусь*