Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
Воронежский государственный технический университет

Кафедра проектирования зданий и сооружений им. Н. В. Троицкого

АХРИМЕНКО СЕРГЕЙ ВАЛЕНТИНОВИЧ

магистерская диссертация
по направлению 08.04.01. «Строительство»

ПОВЫШЕНИЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ЖИЛЫХ ДОМОВ КОТТЕДЖНОГО ТИПА

Научный руководитель: канд. техн. наук, доцент
Семенова Эльвира Евгеньевна

Цель работы: исследование вариантов повышения энергоэффективности жилых домов коттеджного типа.

Задачи исследования:

1. Изучить зарубежный и отечественный опыт проектирования энергоэффективных зданий.

2. Исследовать способы повышения энергоэффективности жилых домов коттеджного типа.

3. Определить класс энергоэффективности жилых домов коттеджного типа до и после применения способов повышения энергетической эффективности.

4. Определить срок окупаемости мероприятий по повышению энергоэффективности.

5. Сравнить варианты повышения энергоэффективности домов коттеджного типа.

6. Разработать проект по повышению энергоэффективности жилого дома коттеджного типа.

Объект исследования: жилые здания коттеджного типа.

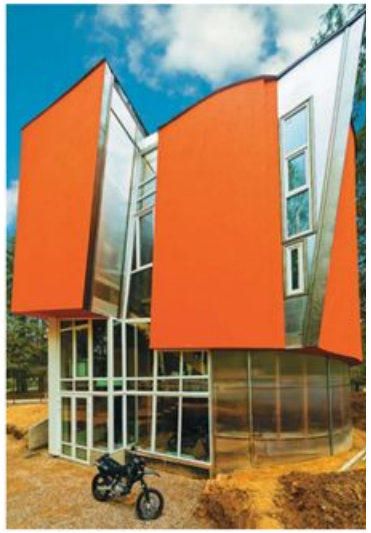
Предмет исследования: ограждающие конструкции жилого дома.

Отечественный опыт проблемы энергетической эффективности и энергосбережения жилых домов малоэтажного строительства

Первый энергоэффективный жилой дом в России (1998- 2002 гг):

Энергоэффективный дом в Ростовской области (2010г.):

Энергоэффективный дом Green Balance, пос. Назарьево Московская область (2010 г.):



Энергоэффективный дом Natural Balance, республика Татарстан (2012 г.):

Зарубежный опыт решения проблемы энергетической эффективности и энергосбережения жилых домов малоэтажного строительства

Пассивный энергосберегающий дом в Германии:

Дом, построенный по технологии LCCM, Япония:

Дом для производства биотоплива, Германия:

Дом Hanover Olympic, Лос-Анджлес:

Основные принципы проектирования энергоэффективных домов

1. Градостроительные предпоссылки:

- рост потребности освоения новых территорий.
- в существующей застройке недостаточно учитывались как требования инсоляции, так и требования к озеленению;
- в застройке жилых кварталов имеются сквозные ветрообразующие пространства.

2. Архитектурно- планировочные решения:

- строительство жилых зданий с изрезанными объемами, с низким коэффициентом компактности, с узким корпусом, с плоской кровлей.

3.Конструктивные условия:

- теплопотери через ограждающие конструкции.

4. Экологические условия:

- нецелесообразное использование природных ресурсов, и как следствие их исчерпаемость;
- глобальное потепление как угроза для существующих зданий.

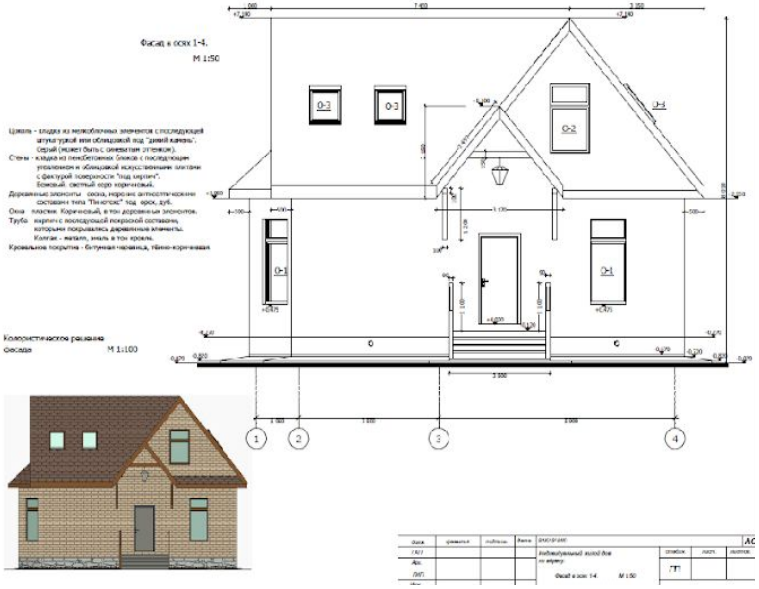
5. Экономические условия:

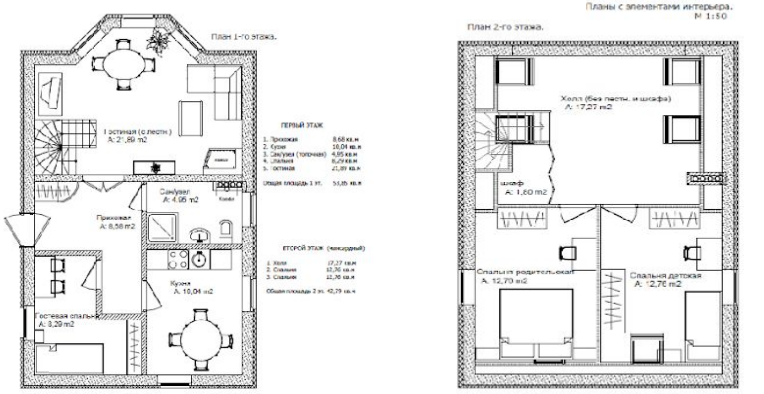
- экономия энергии, природных ресурсов.

Исследование способов повышения энергоэффективности жилых домов

Определение классов энергетической эффективности жилых домов

Здание №1





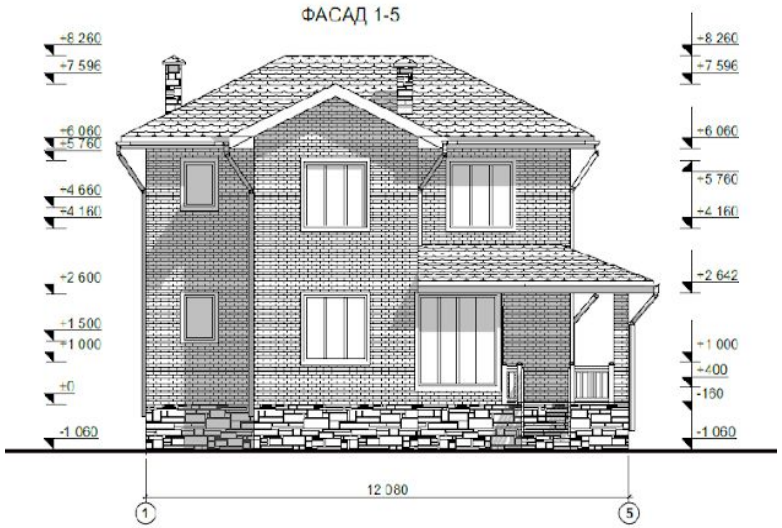
УТХЗ дома

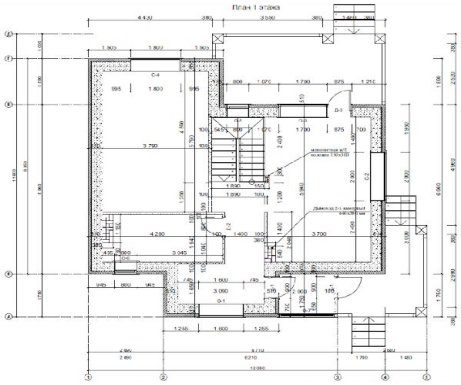
Наименование фрагмента теплозащитной оболочки	n_i	$A_{\varphi i}$, м^2	R_0, м^2°С/Вт	$\frac{n_i \cdot A_{\varphi i}}{R_0^{пр}}$, м^2°С/Вт	%
Наружные стены	1	306,75	2,9	105,78	63,78
	0,913	22,51		7,09	4,28
Перекрытия над подвалом	0,519	50,97	3,82	6,93	4,18
	0,444	2,88		0,34	0,21
Чердачное перекрытие	0,650	39,91	3,82	6,79	4,09
	0,578	2,88		0,44	0,27
Окна	1	17,33	0,48	36,10	21,77
	0,911	0		0	0
Входная дверь	0,911	2,10	0,8	2,39	1,42
Итого		445,33		165,86	100

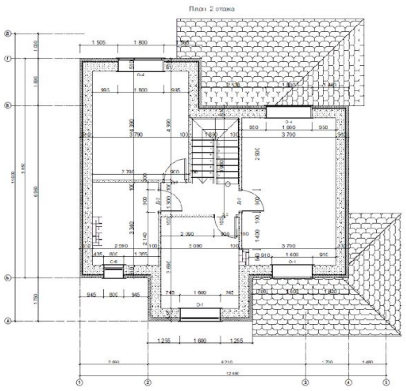
- 9,7%, класс энергетической эффективности здания С+ нормальный.

Определение классов энергетической эффективности жилых домов

Здание №2







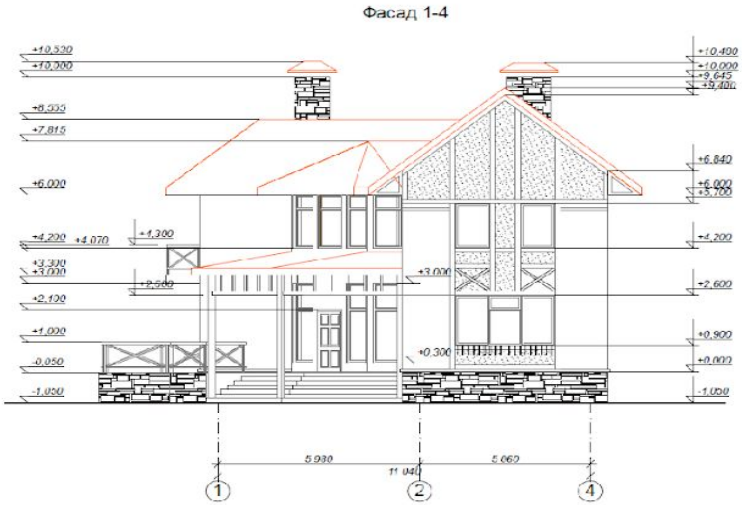
УТХЗ дома

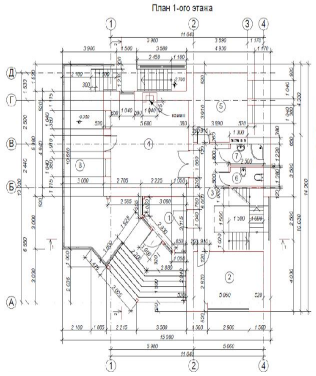
Наименование фрагмента теплозащитной оболочки	n_i	$A_{\varphi i}$, м^2	R_0, м^2°С/Вт	$\frac{n_i \cdot A_{\varphi i}}{R_0^{пр}}$, м^2°С/Вт	%
Наружные стены	1	224,24	2,9	77,3	42
	0,911	37,76		11,86	5
	0,667	35,46		8,2	4
Перекрытия над подвалом	0,533	93,21	3,82	13,01	7
	0,911	4,54		1,08	2
Чердачное перекрытие	0,667	63,32	3,82	11,06	5
	0,911	4,54		1,08	2
Окна	1	24	0,48	50	27
	0,911	1,12		2,13	2
Входная дверь	0,911	5,99	0,8	6,82	4
Итого		492,29		182,54	100

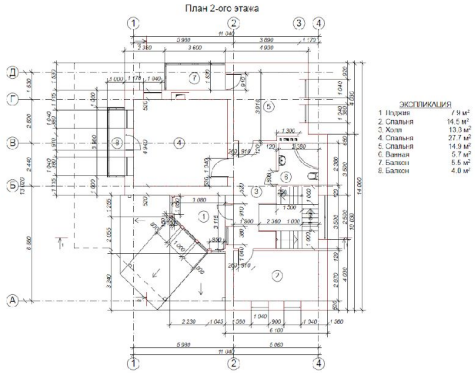
- 13,4 %, класс энергетической эффективности здания С нормальный

Определение классов энергетической эффективности жилых домов

Здание №3







УТХЗ дома

Наименование фрагмента теплозащитной оболочки	n_i	$A_{\varphi i}$, м²	R_0, м²°С/Вт	$\frac{n_i \cdot A_{\varphi i}}{R_0^{пр}}$, м²°С/Вт	%
Наружные стены	1	524,03	2,9	180,70	47,8
	0,911	31,93		11,32	3,0
	0,667	113,82		26,18	6,9
Перекрытия над подвалом	0,533	71,6	3,82	9,99	2,6
	0,911	12		2,86	0,8
Чердачное перекрытие	0,667	82	3,82	14,32	3,8
	0,911	12		2,86	0,8
Окна	1	39,7	0,48	82,71	21,9
	0,911	12		22,78	6,0
Входная дверь	0,911	21,65	0,8	24,65	6,4
Итого		664,78		378,37	100

+ 14,1%, класс энергетической эффективности здания Д (пониженный).

Наибольший процент теплопотерь возникает через окна и наружные стены, схематично представим данное утверждение на примере здания №3 с низким классом энергетической эффективности посредством диаграммы:

Процентное соотношение отклонений величин фрагментов теплозащитной оболочки коттеджа с классом энергетической эффективности Д

Предлагаемые способы повышения класса энергетической эффективности здания

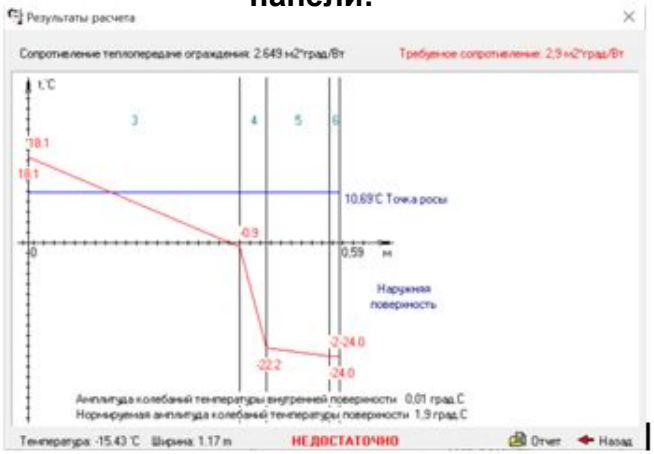
1. Повышение класса энергетической эффективности здания с помощью увеличения слоя утеплителя в стеновой панели;
2. Повышение класса энергетической эффективности здания с помощью увеличения слоя утеплителя в конструкции чердачного перекрытия;
3. Повышение класса энергетической эффективности здания с помощью увеличения слоя утеплителя в конструкции перекрытия над подвалом;
4. Повышение класса энергетической эффективности здания путем замены окон.

Повышение класса энергетической эффективности здания увеличением слоя утеплителя в стеновой панели

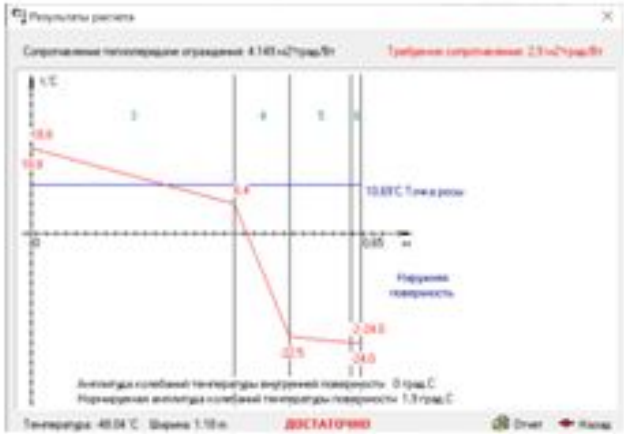
УТХЗ дома после утепления стеновой панели

Наименование фрагмента теплозащитной оболочки	n_i	$A_{\varphi i}$, м²	R_0, м²°С/Вт	$\frac{n_i \cdot A_{\varphi i}}{R_0^{пр}}$, м²°С/Вт	%
Наружные стены	1	524,03	4,11	127,50	41
	0,911	31,93		7,08	2
	0,667	113,82		18,47	6
Перекрытия над подвалом	0,533	71,6	3,82	9,99	3
	0,911	12		2,86	1
Чердачное перекрытие	0,667	82	3,82	14,32	5
	0,911	12		2,86	1
Окна	1	39,7	0,48	82,71	26
	0,911	12		22,78	6
Входная дверь	0,911	21,65	0,8	24,65	9
Итого		664,78		313,22	100

Графический отчет сопротивления ограждения теплопередаче до дополнительного утепления стеновой панели:



после дополнительного утепления стеновой панели:



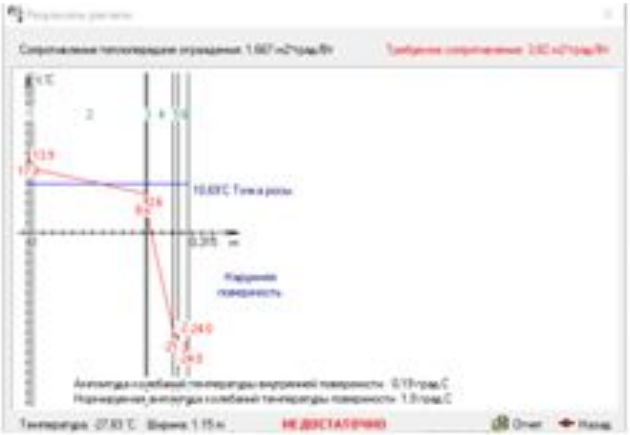
Выяснили, что приведенный класс энергетической эффективности здания С (нормальный). Приведенное сопротивление является <u>достаточным.</u>

Повышение класса энергетической эффективности здания увеличением слоя утеплителя в конструкции чердачного перекрытия

УТХЗ дома после утепления чердачного перекрытия:

Наименование фрагмента теплозащитной оболочки	n_i	$A_{\varphi i}$, м²	R_0, м²°С/Вт	$\frac{n_i \cdot A_{\varphi i}}{R_0^{пр}}$, м²°С/Вт	%
Наружные стены	1	524,03	2,9	180,70	48,3
	0,911	31,93		11,32	3,0
	0,667	113,82		26,18	7,0
Перекрытия над подвалом	0,533	71,6	3,82	9,99	2,7
	0,911	12		2,86	0,8
Чердачное перекрытие	0,667	82	5,2	10,52	2,8
	0,911	12		2,1	0,6
Окна	1	39,7	0,48	82,71	22,1
	0,911	12		22,78	4,4
Входная дверь	0,911	21,65	0,8	24,65	6,9
Итого		664,78		373,81	100

Графический отчет сопротивления ограждения теплопередаче до дополнительного утепления чердачного перекрытия:



после дополнительного утепления чердачного перекрытия:

Выяснили, что приведенный класс энергетической эффективности здания А (очень высокий). Приведенное сопротивление является <u>достаточным.</u>

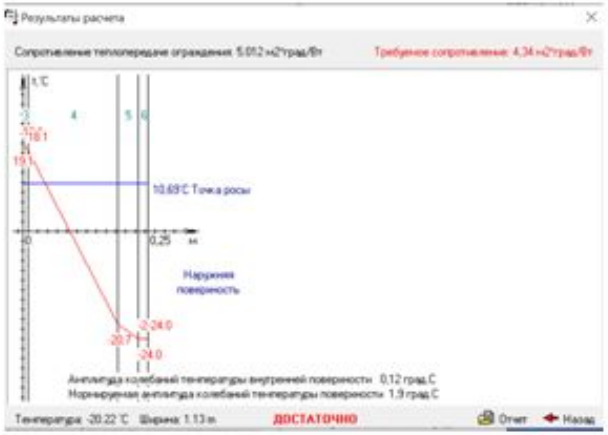
Повышение класса энергетической эффективности здания увеличением слоя утеплителя в конструкции перекрытия над подвалом

УТХЗ дома после утепления перекрытия над подвалом:

Наименование фрагмента теплозащитной оболочки	n_i	$A_{\varphi i}$, м²	R_0, м²°С/Вт	$\frac{n_i \cdot A_{\varphi i}}{R_0^{пр}}$, м²°С/Вт	%
Наружные стены	1	524,03	2,9	180,70	48,2
	0,911	31,93		11,32	3,0
	0,667	113,82		26,18	7,0
Перекрытия над подвалом	0,533	71,6	5,1	7,48	2,0
	0,911	12		2,14	0,6
Чердачное перекрытие	0,667	82	3,82	14,32	3,8
	0,911	12		2,86	0,6
Окна	1	39,7	0,48	82,71	22,1
	0,911	12		22,78	6
Входная дверь	0,911	21,65	0,8	24,65	6,7
Итого		664,78		375,14	100

Графический отчет сопротивления ограждения теплопередаче до дополнительного перекрытия над подвалом:

после дополнительного утепления перекрытия над подвалом:



Выяснили, что приведенный класс энергетической эффективности здания В+ (высокий). Приведенное сопротивление является <u>достаточным.</u>

Повышение класса энергетической эффективности здания путем замены окон

УТХЗ дома после замены окон на «премиум-класс»:

Наименование фрагмента теплозащитной оболочки	n_i	$A_{\varphi i}$, м²	R_0, м²°С/Вт	$\frac{n_i \cdot A_{\varphi i}}{R_0^{пр}}$, м²°С/Вт	%
Наружные стены	1	524,03	2,9	180,70	54
	0,911	31,93		11,32	5
	0,667	113,82		26,18	8
Перекрытия над подвалом	0,533	71,6	3,82	9,99	2
	0,911	12		2,86	1
Чердачное перекрытие	0,667	82	5,2	10,52	3
	0,911	12		2,1	1
Окна	1	39,7	0,78	50,9	15
	0,911	12		14,02	4
Входная дверь	0,911	21,65	0,8	24,65	7
Итого		664,78		333,24	100

Величина отклонения значения удельного расхода тепловой энергии от нормируемого 2,5%, класс энергетической эффективности здания С- нормальный. Приведенное сопротивление является <u>достаточным.</u>

Сравнение вариантов повышения энергоэффективности жилых домов коттеджного типа

Наиболее выгодным вариантом является утепление чердачного перекрытия, но несмотря на высокую инвестиционную составляющую, замена окон в здании по сроку окупаемости стоит на первом месте (по результатам конечных диаграмм). Следовательно, мы выбираем именно этот вариант.

Применение приемов энергосбрежения при проектировании жилых домов коттеджного типа

На стадии проектирования были проведены такие энергосберегающие мероприятия, как:

- использование окон «премиум- класса» Rehau Thermo Design

- все наружные стены утеплены материалом минеральная вата толщиной 0,05 м;

- входные двери оснащены доводчиками, обеспечивающими их нахождение в закрытом состоянии;

- главный вход в дом выполнены с тамбуром;

- жилые помещения ориентированы на юго-восток, для оптимальной инсоляции помещений и защите от перегрева;

- запроектирована компактная форма жилого дома;

- предусмотрено регулирование системы отопления;

- для освещения используются светодиодные лампы;

- используются датчики движения и освещения;

- используются датчики открытия дверей и окон.

ОСНОВНЫЕ ВЫВОДЫ

1. Изучен зарубежный и отечественный опыт проектирования энергоэффективных зданий.
2. Исследованы способы повышения энергоэффективности жилых домов коттеджного типа.
3. Определены классы энергоэффективности жилых домов коттеджного типа до и после применения способов повышения энергетической эффективности.
4. Определен срок окупаемости мероприятий по повышению энергоэффективности.
5. Выполнено сравнение вариантов повышения энергоэффективности домов коттеджного типа.
6. Разработан проект по повышению энергоэффективности жилого дома коттеджного типа.

СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!