

УТВЕРЖДАЮ

Генеральный директор
ООО «ПРОММАШ ТЕСТ»

_____ А.П. Филатчев

УТВЕРЖДАЮ

Глава муниципального образования
села Ратта

_____ В.Г. Завадовский

СОГЛАСОВАНО

Генеральный директор
Ассоциация Энергоаудиторов
«Столица-Энерго»
Саморегулируемая организация

_____ Л.Ю. Питерский

ТЕХНИЧЕСКИЙ ОТЧЕТ
по результатам теплотехнического обследования ограждающих
конструкций с разработкой энергетического паспорта

Здания 2 **квартирного жилого дома**

(инв. № 10001781/3-1-9)

Тюменская область, Ямало-Ненецкий ОА,
Красноселькупский район, с.Ратта,
ул.Бурдукова д.19

1. Нормативные ссылки

Энергетический паспорт здания предназначен для подтверждения соответствия показателей энергетической эффективности и теплотехнических показателей здания, показателям, установленных на территории РФ. Энергетический паспорт составлен на основании следующих норм и правил:

- СНиП 23-02-2003 «Тепловая защита зданий»;
- СНиП 2.04.05-91* «Отопление, вентиляция и кондиционирование»;
- СНиП 23.01-99 «Строительная климатология»;
- МГСН 2.01-99 «Энергосбережение в зданиях. Нормативы по теплозащите и тепловодоэлектроснабжению»;
- СНиП 2.08.01-89*(99) «Жилые здания»
- СП 23-101-2004 «Проектирование тепловой защиты зданий»;
- СНиП II-3-79* Строительная теплотехника.

2. Метрологическое обеспечение

Прибор ИТП-МГ4«Зонд» – предназначен для оперативного определения теплопроводности строительных материалов, а также материалов, предназначенных для тепловой изоляции промышленного оборудования и трубопроводов по ГОСТ 30256 «Материалы и изделия строительные, метод определения теплопроводности цилиндрическим зондом».

	Наименование средств измерения	Измеритель теплопроводности
	Марка СИ	ИТП-МГ4 «Зонд»
	Заводской №	739
	Свидетельство о поверке №	3361
	Действительно до:	26 декабря 2017 года.
	Технические характеристики	
	Диапазон определения коэффициента теплопроводности методом теплового зонда, Вт/м·К	0,03...1,0
	Предел основной относительной погрешности определения коэффициента теплопроводности, %	±7
	Рабочий диапазон температур, °С	-10°... +40°
	Тип зонда	выносной
Объем архивируемых значений	100	

3. Результаты измерения теплопроводности примененных материалов

Заказчик: Администрация муниципального образования село Ратта

Объект: Здание 2 квартирного жилого дома

(инв. № 10001781/3-1-9).

Адрес: Тюменская область, Ямало-Ненецкий ОА, Красноселькупский район, с.Ратта,
ул.Бурдукова д.19

Дата: 15.02.2017 г.

№ п/п	Наименование строительных и теплоизоляционных материалов	Плотность кг/м ³	Удельная теплоемкость кДж/(кг·°С)	Обозначение теплопроводности	Единица измерения	Значение показателей по результатам замеров
1	Деревянный брус	510	2,3	λ	Вт/(м·°С)	0,15
2	Деревянные утепленные перекрытия	510	2,3	λ	Вт/(м·°С)	0,15
3	Утеплитель минераловатный	60	0,84	λ	Вт/(м·°С)	0,032

Измерения проводились мобильным измерителем теплопроводности ИТП-МГ4 «Зонд».

Исполнитель: Козмиренко И.В.

4. Энергоэффективность

4.1 Расчетная часть

Нормативные параметры теплозащиты здания

Расчёт нормируемых термических сопротивлений теплопередачи наружных ограждающих конструкций произведён в соответствии со СНиП 23-02-2003 “Тепловая защита зданий”.

Средняя температура наиболее холодной пятидневки, (согласно ТСН 23-334-2002, для с.Ратта):

$$t_{\text{ext}} = -46^{\circ}\text{C}.$$

Расчетная средняя уличная температура за отопительный период:

$$t_{\text{ext}}^{\text{av}} = -12,6^{\circ}\text{C}.$$

Расчётная средняя температура внутреннего воздуха зданий:

$$t_{\text{int}} = 21^{\circ}\text{C}.$$

Градусо-сутки отопительного периода, (ГСОП), (согласно ТСН 23-334-2002, табл.3.3):

$$D_d = (t_{\text{int}} - t_{\text{ht}}) \cdot z_{\text{ht}} = (21 - (-12,6)) \cdot 272 = 9139 \text{ }^{\circ}\text{C} \cdot \text{сут},$$

где:

$t_{\text{ht}} = -12,6$ – средняя температура наружного воздуха за отопительный период, $^{\circ}\text{C}$;

$z_{\text{ht}} = 272$ – продолжительность отопительного периода, сут.

Нормируемые сопротивления теплопередачи наружных ограждающих конструкций (по СНиП 23-02-2003):	R_0^{req}	$\text{м}^2 \cdot ^{\circ}\text{C}/\text{Вт}$
Стен	$R_{0,w}^{\text{req}}$	4,6
Кровля с перекрытием	R_c	6,8
Полы	R_f	6,0
Окна	R_F	0,73
Входные двери	R_{ed}	3,68

Расчётные показатели и характеристика здания

Технико-экономические показатели	Обозначение	Ед.изм	Величина
Полезная (отапливаемая) площадь	A_h	м^2	79,21
Расчётная площадь	A_r	м^2	79,21
Строительный объем	V_n	м^3	252,04
Отапливаемый объем	V_h	м^3	201,19
Кол-во квартир	n	шт.	2

Отапливаемые площади ограждающих конструкций.			
Входные двери и ворота.	A_{ed}	m^2	4,03
Окна и витражи, балконные двери.	A_F	m^2	13,50
в т.ч. ориентированных на:	C	m^2	9,00
	$Ю$	m^2	4,50
	$З/В$	m^2	0,00
Наружные стены	A_w	m^2	91,37
Полы	A_f	m^2	79,21
Покрытия, чердачные перекрытия	A_c	m^2	79,21
Общая площадь наружных ограждающих конструкций: $A_e^{sum} = A_w + A_{ed} + A_F + A_c + A_f$	A_e^{sum}	m^2	267,32

Отношение площади наружных ограждающих конструкций отапливаемой части здания к полезной площади:

$$k = A_e^{sum} / A_h = 267,32 / 79,21 = 3,37$$

Показатель компактности здания k_e^{des}

$$k_e^{des} = A_e^{sum} / V_h = 267,32 / 201,19 = 1,33$$

Коэффициент остекления:

$$P = A_F / A_{w+F+ed} = 13,50 / 108,90 = 0,12$$

Расчёт проектных и фактических термических сопротивлений теплопередачи ограждающих конструкций здания

Расчёт проектных и фактических термических сопротивлений теплопередачи ограждающих конструкций выполнен на основании данных, представленных разделом «АР» и по результатам натурных замеров непосредственно на объекте.

Расчётные условия:

Влажностный режим помещений	Нормальный
Зона влажности района строительства	Нормальная
Условия эксплуатации ограждающих конструкций	А

Расчёт теплотехнических характеристик ограждающих конструкций (приведённое расчётное сопротивление теплопередаче):

$$R_0^r = r \cdot (1/\alpha_{int} + \Sigma R_i + 1/\alpha_{ext}),$$

где:

r - коэффициент теплотехнической однородности;

ΣR_i - термическое сопротивление ограждающих конструкций, $m^2 \cdot ^\circ C / W$;

α_{int} - коэффициент теплообмена внутренней поверхности ограждающей конструкции, $W / (m^2 \cdot ^\circ C)$;

α_{ext} - коэффициент теплообмена наружной поверхности ограждающей конструкции, $W / (m^2 \cdot ^\circ C)$;

Стены

по результатам натуральных замеров непосредственно на объекте:

$$R_1^r = 0,85 \cdot (1/23 + 4,66 + 1/8,7) = 4,09 \text{ м}^2 \cdot ^\circ C / W$$

Наружная стена		A_w	91,37	m^2	
Приведенное сопротивление теплопередачи		R_0^r	4,09	$m^2 \cdot ^\circ C / W$	
Требуемое сопротивление теплопередачи		$R_{0,w}^{req}$	4,6	$m^2 \cdot ^\circ C / W$	
Коэффициент теплотехнической однородности		r	0,85		
№	Конструкция	Плотность	толщина	Коэф. Теплопроводности	Термическое сопротивление
		ρ	δ	λ	R_i
		$кг/м^3$	$м$	$W/(m^2 \cdot ^\circ C)$	$m^2 \cdot ^\circ C / W$
	Теплообмен внутренней поверхности			α_{int}	8,7
	Деревянный брус	510	0,2	0,15	1,33
	Утеплитель минераловатный	60	0,1	0,03	3,33
				ΣR_i	4,66
	Теплообмен наружной поверхности			α_{ext}	23

Кровля:

По результатам натуральных замеров непосредственно на объекте:

$$R_{1r} = 0,85 \cdot (1/23 + 6,91 + 1/8,7) = 6 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$$

Кровля		A_c	79,21	м^2	
<i>Приведенное сопротивление теплопередачи</i>		$R_{0,c}^r$	6	$\text{м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$	
Требуемое сопротивление теплопередачи		$R_{0,c}^{\text{req}}$	6,8	$\text{м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$	
Коэффициент теплотехнической однородности		r	0,85		
№	Конструкция	Плотность	толщина	Коэф. Теплопроводности	Термическое сопротивление
		ρ	δ	λ	R_i
		$\text{кг}/\text{м}^3$	м	$\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{°C})$	$\text{м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$
	Теплообмен внутренней поверхности			α_{int}	8,7
	Деревянные перекрытия	510	0,1	0,15	0,66
	Утеплитель минераловатный	60	0,2	0,032	6,25
				ΣR_i	6,91
	Теплообмен наружной поверхности			α_{ext}	23

Конструкции, контактирующие с грунтом.

Ограждения отапливаемого нижнего этажа (пол и стены) контактируют с грунтом. Для определения приведенного сопротивления теплопередаче ограждений, контактирующих с грунтом ($A_f = 79,21 \text{ м}^2$)

Конструкции, соприкасающиеся с грунтом	A_f	79,21	м^2
Требуемое сопротивление теплопередачи	R_{fr}	6	$\text{м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$
<i>Приведённое сопротивление теплопередачи</i>	R_{fr}	6	$\text{м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$

Окна и балконные двери, витрины и витражи.

Окна	A_F	13,50	m^2
Однокамерные стеклопакеты в алюминиевых переплетах.			
Требуемое сопротивление теплопередачи.	R_F^{req}	0,73	$m^2 \cdot ^\circ C / W$
<i>Приведенное сопротивление теплопередачи</i>	R_F^r	0,75	$m^2 \cdot ^\circ C / W$
Соответствует нормативным требованиям			ДА

Приведённый трансмиссионный коэффициент теплопередачи здания

$$K_m^{tr} = \beta (A_w / R_{0,r} + A_c / R_{0,c,r} + A_f / R_{f,r} + A_F / R_{F,r}) / A_e^{sum}$$

$\beta = 1,13$ – коэффициент учитывающий дополнительные теплотери.

По проектным показателям:

$$K_m^{tr} = 1,13 (91,37 / 4,6 + 79,21 / 6,8 + 79,21 / 6 + 13,50 / 0,73) / 267,32 = 0,267 \text{ Вт}/(m^2 \cdot ^\circ C)$$

По фактическим показателям:

$$K_m^f = 1,13 (91,37 / 4,09 + 79,21 / 6 + 79,21 / 6 + 13,50 / 0,75) / 267,32 = 0,284 \text{ Вт}/(m^2 \cdot ^\circ C)$$

Приведенный инфильтрационный (условный) коэффициент теплопередачи здания:

$$K_m^{inf} = 0,28 \cdot c \cdot n_a \cdot \beta_v \cdot V_h \cdot \gamma_a^{htk} / A_e^{sum}$$

где:

Обозначение	Определение	Величина	Ед.изм.
c	Удельная теплоемкость воздуха	1	кДж/(кг·°C)
n_a	Средняя кратность воздухообмена здания за отопительный период.	1,390	1/ч
β_v	Коэффициент снижения объема воздуха в здании, учитывающих наличие внутренних ограждающих конструкций	0,85	-
V_h	Отапливаемый объем здания, равный объему, ограниченному	201,19	m^3

	внутренними поверхностями наружных ограждений здания.		
γ_a^{ht}	Средняя плотность наружного воздуха за отопительный период	1,36	кг/ м ³
k	Коэффициент учета влияния встречного теплового потока в светопрозрачных конструкциях	0,9	-
A_e^{sun}	Общая площадь наружных ограждающих конструкций	267,32	м ²
t_{ext}^{av}	Средняя температура воздуха за отопительный период	-12,6	°С

Плотность воздуха в помещении:

$$\gamma_a^{ht} = 353 / (273 + t_{ext}^{av}) = 353 / (273 + (-12,6)) = 1,36 \text{ кг/ м}^3$$

Требуемая кратность воздухообмена здания:

$$n_a = (3 \cdot A_r) / (\beta_v \cdot V_h) = (3 \cdot 79,21) / (0,85 \cdot 201,19) = 1,390 \text{ (1/час)}$$

где:

A_r - расчетная площадь, м²

Приведенный инфильтрационный (условный) коэффициент:

$$\begin{aligned} K_m^{inf} &= 0,28 \cdot n_a \cdot \beta_v \cdot V_h \cdot \gamma_a^{ht} / A_e^{sun} = 0,28 \cdot 1 \cdot 1,390 \cdot 0,85 \cdot 201,19 \cdot 1,36 \cdot 0,9 / 267,32 \\ &= \\ &= 0,305 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{°С)} \end{aligned}$$

Общий коэффициент теплопередачи здания

По проектным показателям:

$$K_m = K_m^{tr} + K_m^{inf} = 0,267 + 0,305 = 0,572 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{°С)}$$

По фактическим показателям:

$$K_m = K_m^f + K_m^{inf} = 0,284 + 0,305 = 0,589 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{°С)}$$

Теплоэнергетические параметры теплозащиты проектируемого здания

Потребность в тепловой энергии на отопление в здания в течение отопительного периода

$$Q_h^y = (Q_h - (Q_{int} + Q_s) \nu) \beta_h$$

где:

Q_h - общие теплопотери здания за отопительный период через наружные ограждающие конструкции;

Q_{int} - бытовые теплопоступления в течение отопительного периода;

Q_s - теплопоступления через окна от солнечной радиации в течение отопительного периода;

ν - коэффициент, учитывающий способность ограждающих конструкций помещений зданий аккумулировать или отдавать тепло – 0,85;

β_h - коэффициент, учитывающий дополнительное теплопотребление системы отопления, связанное с дискретностью номинального теплового потока номенклатурного ряда отопительных приборов, с их дополнительными теплопотерями через радиаторные участки ограждений, теплопотерями трубопроводов, проходящих через не отапливаемые помещения 1,13.

Общие теплопотери здания за отопительный период через наружные ограждающие конструкции:

По проектным показателям:

$$Q_h = 0,0864 K_m D_d A_e^{\text{sun}} = 0,0864 \cdot 0,572 \cdot 9139 \cdot 267,32 = 120\,703 \text{ МДж.}$$

По фактическим показателям:

$$Q_h = 0,0864 K_m D_d A_e^{\text{sun}} = 0,0864 \cdot 0,589 \cdot 9139 \cdot 267,32 = 124\,298 \text{ МДж.}$$

Бытовые теплопоступления в течение отопительного периода.

По проектным показателям:

$$Q_{int} = 0,0864 q_{int} z_{ht} A_r = 0,0864 \cdot 10 \cdot 272 \cdot 79,21 = 18\,615 \text{ МДж.}$$

где:

q_{int} - величина бытовых тепловыделений на 1 м² площади пола 10 Вт/ м²

Теплопоступления через окна от солнечной радиации в течение отопительного периода

$$Q_s = 0,9 \cdot 0,8 \cdot 2\,466 = 1\,776 \text{ МДж}$$

Площадь	Ориентация	Интенсивность I_i , кВт·ч/м ²	$A_{Fi}I_i$
9,00	С	62	558
4,50	Ю	424	1 908
0,00	В/З	200	0
Итого:			2 466

По проектным показателям:

$$Q_h^y = (Q_h - (Q_{int} + Q_s) \cdot v) \cdot \beta_h = (120\,703 - (18\,615 + 1\,776) \cdot 0,85) \cdot 1,13 = 116\,809 \text{ МДж}$$

По фактическим показателям:

$$Q_h^y = (Q_h - (Q_{int} + Q_s) \cdot v) \cdot \beta_h = (124\,298 - (18\,615 + 1\,776) \cdot 0,85) \cdot 1,13 = 120\,872 \text{ МДж}$$

Расчётный удельный расход тепловой энергии на отопление здания

Расчетный удельный расход тепловой энергии на отопление здания в холодный и переходный периоды года:

По проектным показателям:

$$q_h^{des} = 10^3 \cdot Q_h^y / (A_h \cdot D_d) = 10^3 \cdot 116\,809 / (79,21 \cdot 9139) = 161,36 \text{ кДж}/(\text{м}^2 \cdot \text{°C} \cdot \text{сут})$$

По фактическим показателям:

$$q_h^{des} = 10^3 \cdot Q_h^y / (A_h \cdot D_d) = 10^3 \cdot 120\,872 / (79,21 \cdot 9139) = 166,97 \text{ кДж}/(\text{м}^2 \cdot \text{°C} \cdot \text{сут})$$

Для оценки достигнутой в проекте здания или в эксплуатируемом здании энергетической эффективности потребления энергии на отопление и вентиляцию (по показателю энергетической эффективности здания), установлены следующие классы энергетической эффективности зданий (таблица 15) в % отклонения расчетного показателя энергетической эффективности здания от нормируемой (базовой) величины. СНИП 23-02-2003

$$100 - (166,97 / 161,36) \cdot 100 = -3,5 \%$$

Класс энергетической эффективности “С” Нормальный.

Сопротивление воздухопроницанию наружных ограждающих конструкций

Удельный вес наружного и внутреннего воздуха определяемый по формуле:

$$y^{\text{int}} = 3463 / (273 + t_{\text{int}}) = 3463 / (273 + 21) = 11,77 \text{ Н/м}^3;$$
$$y^{\text{ext}} = 3463 / (273 + t_{\text{ext}}) = 3463 / (273 + (-46)) = 15,25 \text{ Н/м}^3,$$

где:

t_{int} - расчетная температура внутреннего воздуха, °С;

t_{ext} - расчетная температура наружно воздуха, °С.

Разность давлений воздуха на наружной и внутренней поверхностях ограждающих конструкций Δp определим по формуле:

$$\Delta p = 0,55 \cdot H \cdot (y^{\text{ext}} - y^{\text{int}}) + 0,03 \cdot y^{\text{ext}} \cdot v^2 =$$
$$= 0,55 \cdot 2,5 \cdot (15,25 - 11,77) + 0,03 \cdot 15,25 \cdot 5^2 = 16 \text{ Па},$$

где:

H - высота здания 2,5 м;

v - максимальная из средних скоростей ветра по румбам за январь, повторяемость которых составляет 16 % и более (установленная при стандартной высоте 10 м), принимаемая по таблице 1, СНиП 23-01-99* «Строительная климатология»;

y^{int} , y^{ext} - удельный вес соответственно наружного и внутреннего воздуха, Н/м³.

Нормированное сопротивление воздухопроницанию для стен:

$$R_{\text{inf}}^{\text{req}} = \Delta p / G_n = 16 / 0,5 = 32 \text{ м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па} / \text{кг},$$

где:

Δp - разность давлений воздуха на наружной и внутренней поверхностях ограждающих конструкций;

G_n - нормируемая воздухопроницаемость согласно СНиП 23.02.2003, таблица 11.

Нормированное сопротивление воздухопроницанию для перекрытий над техподпольем:

$$R_{\text{inf}}^{\text{req}} = \Delta p / G_n = 16 / 0,5 = 32 \text{ м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па} / \text{кг},$$

где:

Δp - разность давлений воздуха на наружной и внутренней поверхностях ограждающих конструкций;

G_n - нормируемая воздухопроницаемость согласно СНиП 23.02.2003, таблица 11.

Нормированное сопротивление воздухопроницанию для окон:

$$R_{inf}^{req} = (1/G_n)(\Delta p/\Delta p_0)^{2/3} = (1/6)(16/10)^{2/3} = 0,23 \text{ м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па}/\text{кг},$$

где:

G_n - нормируемая воздухопроницаемость согласно СНиП 23.02.2003, таблица 11;

Δp - разность давлений воздуха на наружной и внутренней поверхностях светопрозрачной конструкции;

Δp_0 - разность давлений воздуха на наружной и внутренней поверхностях светопрозрачной конструкции сертифицируемого образца.

Фактическое сопротивление воздухопроницанию для стен:

Наружные стены здания выполнены из деревянного бруса шириной 200 мм, оштукатурены с двух сторон.

$$R_{inf}^{des} = 32 \text{ м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па}/\text{кг}$$

Фактическое сопротивление воздухопроницанию для перекрытий

Перекрытие выполнено из деревянных утепленных перекрытий.

$$R_{infl}^{des} = 35 \text{ м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па}/\text{кг}$$

Фактическое сопротивление воздухопроницанию для окон:

Окна выполнены из алюминиевых профилей с заполнением двухкамерными стеклопакетами

$$R_{inf}^{des} = (1/G_n)(\Delta p/\Delta p_0)^{2/3} = (1/6)(16/10)^{2/3} = 0,23 \text{ м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па}/\text{кг},$$

где:

G_n - нормируемая воздухопроницаемость согласно СНиП 23.02.2003, табл.11;

Δp - разность давлений воздуха на наружной и внутренней поверхностях светопрозрачной конструкции;

Δp_0 - разность давлений воздуха на наружной и внутренней поверхностях светопрозрачной конструкции сертифицируемого образца.

Условие $R_{inf}^{des} > R_{inf}^{req}$ выполняется для всех наружных ограждающих конструкций.

Рекомендации и технические решения по рациональному использованию энергетических ресурсов

1) Подключение объекта к сети централизованного отопления

Для сокращения расходов твердого топлива, идущего на отопление здания, а также обеспечения удобства проживания - рекомендуется в рамках планируемого перспективного развития системы централизованного тепло- и водоснабжения села Ратта провести работы по подключению данного объекта к сетям централизованного теплоснабжения. Эксплуатируемые сегодня локальные отопительные системы предлагается оставить как резервные.

2) Замена источников искусственного освещения на энергоэффективные

В настоящее время для внутреннего освещения комнат дома используются лампы накаливания (ЛН), которые являются наименее экономичными источниками искусственного света. Так, световая отдача таких ламп, мощностью от 60 до 100 Вт, соответствует величине 10÷13 лм/Вт. В тоже время современные светодиодные лампы (СЛ), рекомендуемые к замене ЛН (цоколь E27 и E14) имеют световую отдачу – 80÷90 лм/Вт, т.е. в 8 раз выше.

Рекомендуется провести замену существующих источников света (ЛН) на энергоэффективные (СЛ).

Расчет возможной экономии электрической энергии:

$$\Delta \mathcal{E} = (P_1 - P_2) \cdot n \cdot t = (100 - 14) \cdot 6 \cdot 3000 = 1,5 \text{ тыс. кВт} \cdot \text{ч/год},$$

где P_1 – мощность существующей лампы накаливания, Вт;

P_2 – мощность рекомендуемой к установке светодиодной лампы (аналогичной по световой отдаче – 1300 лм), Вт;

n – количество ламп под замену, шт.;

t – время работы ламп, ч/год (из расчета 8 ч/день).

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

Копии документов на право проведения энергетического обследования.



