

Урбанистика

*Правильная ссылка на статью:*

Шакирова В.А., Толочко О.Р. Технико-экономические аспекты выбора ограждающих стеновых конструкций со схожим тепловым потоком для малоэтажного домостроения // Урбанистика. 2024. № 1. DOI: 10.7256/2310-8673.2024.1.40059 EDN: VFMBEQ URL: [https://nbpublish.com/library\\_read\\_article.php?id=40059](https://nbpublish.com/library_read_article.php?id=40059)

## **Технико-экономические аспекты выбора ограждающих стеновых конструкций со схожим тепловым потоком для малоэтажного домостроения**

**Шакирова Вероника Александровна**

кандидат архитектуры

Архитектор-проектировщик, ООО "Продом"

660041, Россия, Красноярский край, г. Красноярск, ул. Проспект Свободный, 82, корпус 24(А), ауд. 412

✉ veronika-arch@mail.ru



**Толочко Ольга Романовна**

ассистент, кафедра ПЗиЭН, Сибирский федеральный университет

660041, Россия, Красноярский край, г. Красноярск, ул. Проспект Свободный, 82, корпус №24, каб. 3-06

✉ otolochko@sfu-kras.ru



[Статья из рубрики "Проектирование и архитектура"](#)

### **DOI:**

10.7256/2310-8673.2024.1.40059

### **EDN:**

VFMBEQ

### **Дата направления статьи в редакцию:**

27-03-2023

**Аннотация:** Данная статья посвящена анализу многослойных ограждающих конструкций, используемых для возведения наружных стен малоэтажных зданий на основе сравнения теплотехнических и экономических показателей. Для расчетов в данной статье - выбраны наиболее актуальные и популярные многослойные конструкции стен. Объектом исследования являются конструктивные решения многослойных стеновых ограждающих конструкций в малоэтажном домостроении, которые применяются в городе

Красноярске. Предметом исследования является: влияние состава многослойных стеновых ограждающих конструкций со схожим тепловым потоком на сметную стоимость их возведения для города Красноярска и определена сметная стоимость 1 квадратного метра каждой конструкции стены. На текущий момент строительство малоэтажных жилых объектов набирает популярность и поддерживается государственными программами как на федеральном уровне, так и на уровнях субъектов РФ и муниципальных образований. Малоэтажное домостроение рассматривается как одна из возможностей решения жилищной проблемы или улучшения жилищных условий для населения. Широкое применение в малоэтажном и многоэтажном строительстве получили многослойные ограждающие конструкции с наружной отделкой фасада. В рамках исследования, нами были рассмотрены наиболее распространенные типы многослойных конструкций и варианты отделки фасадов наружных стен, выполнены теплотехнические и сметные расчеты для определения наиболее выгодного варианта многослойной конструкции стены в малоэтажном домостроении.

#### **Ключевые слова:**

Тепловой поток, теплопроводность, малоэтажное домостроение, строительные материалы, сметная стоимость, анализ, многослойная стенная конструкция, сопротивление теплопередаче, экономика строительства, энергосбережение

Ввод в действие малоэтажного жилья в общем по Российской Федерации имеет стабильно положительную динамику в срезе последних пяти лет, что подтверждается статистическими данными на графике 1. На уровне исследуемого субъекта – Красноярского края в динамике показатели ввода малоэтажного жилья ведут себя более хаотично, что может быть объяснено локальными проблемами на рынке строительной продукции региона и большей подверженности влиянию экономической нестабильности в посткризисный период после 2014 года и в период общемировой пандемии коронавируса после 2020 года. Тем не менее, данные на графике 1, указывают на цикличность сферы малоэтажного домостроения с падением и последующим за ним ростом показателей [\[1\]](#), [\[2\]](#).

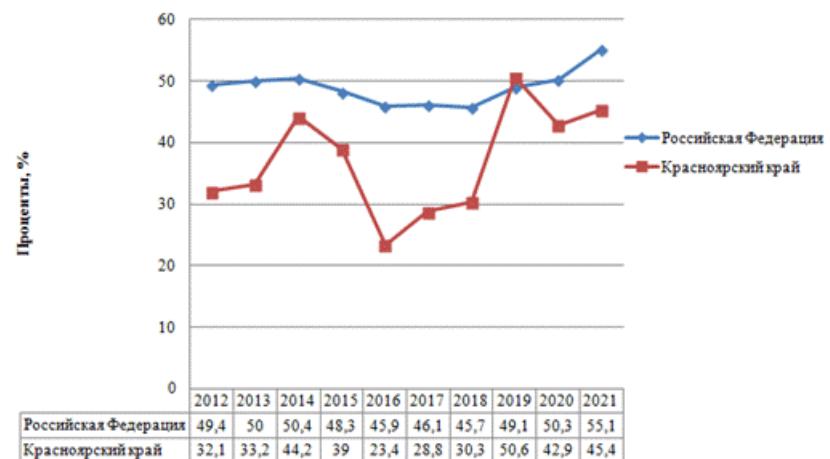


График 1. Доля ввода малоэтажного жилья в общем объеме ввода жилья в РФ

Наиболее популярные в применении конструкции стен для малоэтажного строительства – многослойные конструкции. Данная конструкция представляет собою несущую стену, которая утеплена с наружной стороны слоем теплоизоляционного материала, который

защищен от внешних климатических воздействий слоем отделки фасада. Дополнительные цели отделки – это улучшение условий эксплуатации конструкции, повышение долговечности и художественно-эстетическая выразительность объекта капитального строительства. Современный рынок строительных материалов крайне разнообразен, на нем представлен большой выбор материалов для отделки фасада, такие как: штукатурка, облицовочный кирпич, планкен, системы вентилируемых фасадов и др. В рамках исследования были рассмотрены наиболее актуальные типы многослойных конструкций и варианты отделки фасадов наружных стен.

Целью исследования является определение наиболее оптимальной конструкции наружной стены в малоэтажном домостроении на основе сравнения теплотехнических и экономических показателей.

#### Задачи исследования:

- выявить наиболее распространенные типы многослойных конструкций стен, применяемых в малоэтажном домостроении, и определить толщины слоев конструкции с приблизительно схожим тепловым потоком;
- выполнить теплотехнический расчет многослойных конструкций;
- выполнить расчёт сметной стоимости возведения, наиболее распространенных типы многослойных конструкций стен, базисно-индексным методом.

В ходе исследования выявленных конструктивных решений многослойных стеновых ограждающих конструкции, выполнен теплотехнический расчет пяти следующих наиболее распространенных вариантов конструктивного исполнения:

1. наружная стена из кирпича (1 - кирпич, 2 - теплоизоляция, 3 - штукатурка, 4 - облицовочный кирпич (рис. 1а));
2. наружная стена из газобетона (1 - газобетон, 2 - теплоизоляция, 3 - штукатурка, 4 - облицовочный кирпич (рис. 1б));
3. наружная стена из железобетона (1 - железобетон, 2 - теплоизоляция, 3 - штукатурка, 4 - облицовочный кирпич (рис. 1в));
4. наружная стена из теплоблока (1, 1.1 - теплоблок, 2 - утеплитель, 3 - штукатурка (рис. 1г));
5. наружная стена из бруса (1 - брус, 2 - теплоизоляция, 3 - деревянная доска (рис. 1д)).

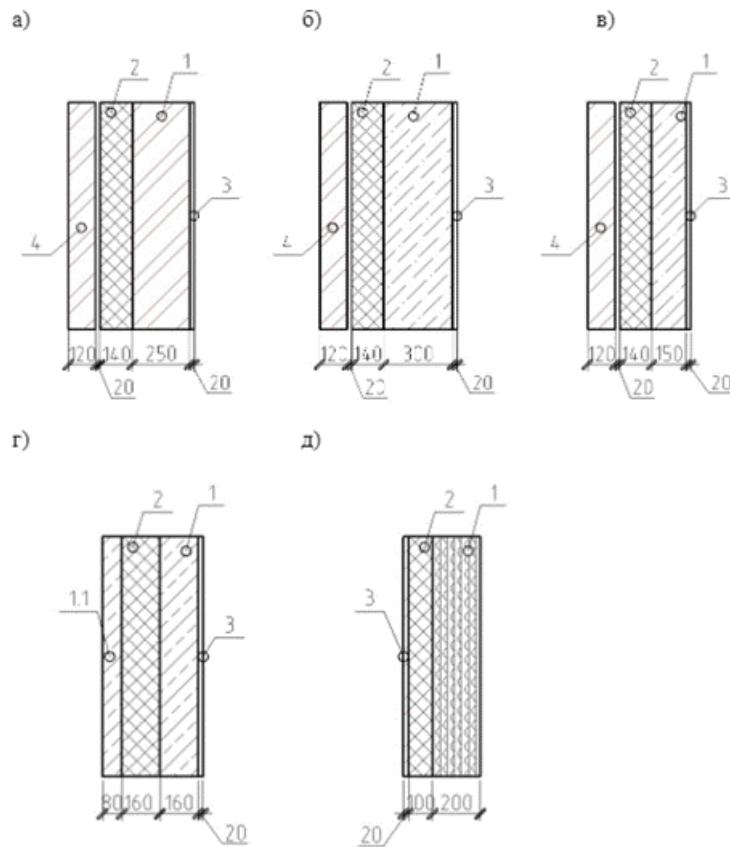


Рисунок 1. Конструктивные решения многослойных стеновых ограждающих конструкций

(а - кирпич, б - газобетон, в - железобетон, г - теплоблок, д - брус)

Указанные на рис. 1 конструктивные решения многослойных стеновых ограждающих конструкций имеют различное конструктивное исполнение и фасадную отделку, но при этом обладают схожим тепловым потоком, что выступает в роли объединяющего признака, поскольку каждая конструкция должна быть способна обеспечить требуемую температуру внутреннего воздуха в суровых климатических условиях резко континентального климата. Главным достоинством этих конструкций является их надежность и долговечность. Размещение утеплителя между несущим и облицовочным слоем снижает вероятность ускоренной деструкции утеплителя, а наличие воздушной прослойки в конструкции – значительно улучшает влажностное состояние ограждений [3, 4].

Методологической основой исследования является комплекс методов научного познания: методы системного, логического, статистического анализа, статистических исследований, методы сравнения, систематизации, группировки, обобщения, а также графические приемы визуализации данных. Применены методики определения теплового потока, приведенного сопротивления теплопередачи в многослойных стеновых конструкциях с применением ПК COMSOL Multiphysics и методика определения сметной стоимости базисно-индексным методом с применением ПК ГОССТРОЙСМЕТА Онлайн.

Для проведения теплотехнических расчетов требуется определить ряд исходных данных:

-климатические показатели (таб. 1);

-теплотехнические показатели используемых материалов ограждающих конструкций (таб. 2-6);

-границные условия:

-коэффициент теплоотдачи наружной поверхности,  $a_{ext}$ , Вт/(м<sup>2</sup>\*°C) стенового ограждения – 12 [5];

-коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности,  $a_{int}$ , Вт/(м<sup>2</sup>\*°C) стенового ограждения – 8,7 [5].

Таблица 1. Климатические показатели

Параметры	Значение параметров	Источник
Район строительства – г. Красноярск		
1. Расчетная температура внутреннего воздуха, $t_B$ , °C: - жилая комната	+21	Табл. 3 ГОСТ 30494-2011; СП 50.13330.2012
2. Расчетная температура наружного воздуха, $t_H$ , °C	-37	СП 131.13330.2020
3. Относительная влажность воздуха $\varphi_{int}$ , %. $\varphi_{int}$ , %: - для жилой комнаты	55	п. 5.7. СП 50.13330.2012;
4. Температура точки росы $t_p$ , °C: - для жилой комнаты	11,62	Прил. Р, СП 23-101-2004
5. Продолжительность отопительного периода, зот, сут (со среднесуточной температурой наружного воздуха не более 8°C)	235	СП 131.13330.2020
6. Средняя температура наружного воздуха в течение отопительного периода, $t_{ot}$ , °C	-6,5	СП 131.13330.2020

При теплотехническом расчете учитывались значения теплопроводности в зависимости от условий эксплуатации А – 80% с СП 50.13330.2012 [5].

Нормируемый температурный перепад  $\Delta t_h$  между температурой внутреннего воздуха и температурой внутренней поверхности наружных ограждающих конструкций [5] для жилой части – 4,0 °C.

Градусо-сутки отопительного периода (ГСОП) для наружных ограждающих конструкций определяются по формулам (5.2) [5] (°C\*сут):

$$ГСОП = (t_B - t_{ot}) * z_{ot}.$$

Определены значения базовых требуемых и нормируемых сопротивлений теплопередаче

наружных ограждающих конструкций по табл. 3 [5]:

- наружные стены ( $\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}$ ):

$$R_{\text{ст.жил.}}^{\text{TP}} = a * \Gamma \text{СОП} + b;$$

$$R_{\text{ст.жил.}}^{\text{норм}} = R_{\text{ст.жил.}}^{\text{TP}} * 0,63.$$

Для плоского элемента удельные потери теплоты определяются по формулам (Е.6) и (Е.3) [5] ( $\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}$ ):

$$R_{\text{усл}}^0 = 1/a_{\text{int}} + \delta_n / \lambda_n + 1/a_{\text{ext}}.$$

Приведенное сопротивление теплопередачи по табл. 3 [5] ( $\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}$ ):

$$R_{\text{пр}}^0 = R_{\text{усл}}^0 * r.$$

где  $r$  - коэффициент теплотехнической однородности ( $r=0,80$ )

Следовательно:

$$\Gamma \text{СОП} = 6454 \text{ } ^\circ\text{C} \cdot \text{сут};$$

$$R_{\text{тр ст.жил.}} = 3,66 \text{ } \text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт};$$

$$R_{\text{норм ст.жил.}} = 2,31 \text{ } \text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}$$

Для конструкции 1 типа (кирпич):

$$R_{\text{усл}}^0 = 4,51 \text{ } \text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт};$$

$$R_{\text{пр}}^0 = 3,61 \text{ } \text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}.$$

Полученное значение  $R_{\text{пр}} = 3,61 \text{ } \text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}$  ниже базового значения требуемого сопротивления теплопередаче  $R_{\text{ст.жил.}}^{\text{TP}} = 3,66 \text{ } \text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}$ , но выше нормируемого  $R_{\text{ст.жил.}}^{\text{норм}} = 2,31 \text{ } \text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}$ .

Рассмотренная конструкция соответствует требованиям [5].

Приведенное сопротивление теплопередаче составляет:  $R_{\text{ст.жил.}}^{\text{пр}} = 3,61 \text{ } \text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}$ .

Таблица 2. Теплотехнические показатели материалов конструкции стены тип 1

Материал	Плотность $p, \text{ кг}/\text{м}^3$	Коэффициент теплопроводности $\lambda, \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$	Толщина слоя $\delta, \text{ м}$
Тип 1 - Кирпич			
1.Кирпич глиняный полнотелый	1800	0,7	0,25
2.Утеплитель Техноблок стандарт	40	0,039	0,14
3.Штукатурка цементно-	1800	0,76	0,02

песчаная	1800	0,58	0,12
4.Кирпич фасадный	1800	0,58	0,12

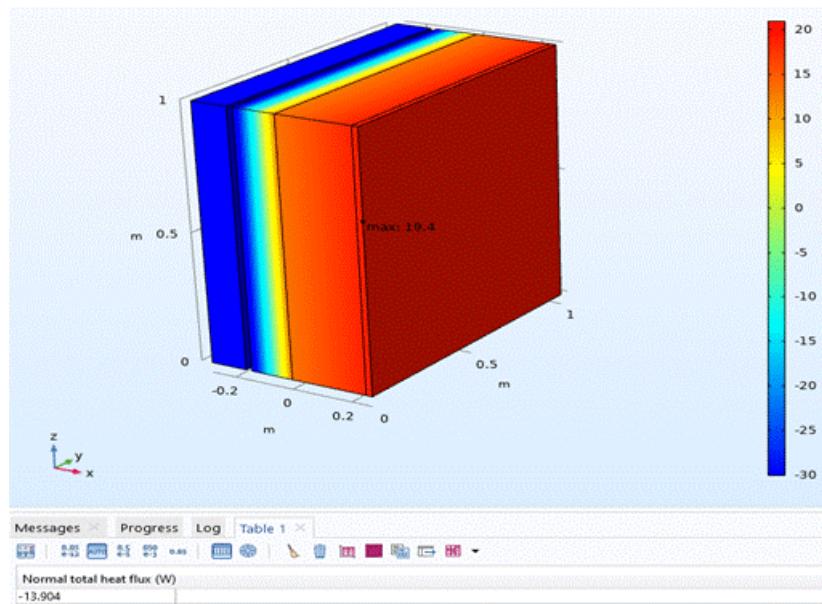


Рисунок 2. Минимальная температура на поверхности стены типа 1 (кирпич)

Для конструкции 2 типа (газобетон):

$$R_{\text{ycl}}^0 = 6,11 \text{ м}^2 \cdot ^\circ \text{C/Bт};$$

$$R_{\text{пр}}^0 = 4,89 \text{ м}^2 \cdot ^\circ \text{C/Bт}.$$

Полученное значение  $R_{\text{ст.жил.}}^{\text{пр}} = 4,89 \text{ м}^2 \cdot ^\circ \text{C/Bт}$  выше как базового значения требуемого сопротивления теплопередаче  $R_{\text{ст.жил.}}^{\text{TP}} = 3,66 \text{ м}^2 \cdot ^\circ \text{C/Bт}$ , так и нормируемого  $R_{\text{ст.жил.}}^{\text{норм}} = 2,31 \text{ м}^2 \cdot ^\circ \text{C/Bт}$ .

Рассмотренная конструкция соответствует требованиям [\[5\]](#).

Приведенное сопротивление теплопередаче составляет:  $R_{\text{ст.жил.}}^{\text{пр}} = 4,89 \text{ м}^2 \cdot ^\circ \text{C/Bт}$ .

Таблица 3. Теплотехнические показатели материалов конструкции стены тип 2

Материал	Плотность $\rho, \text{кг/м}^3$	Коэффициент теплопроводности $\lambda, \text{Вт/}(\text{м}^2 \cdot ^\circ \text{C})$	Толщина слоя, м
Тип 2 - Газобетон			
1. Газобетон	400	0,14	0,3
2. Утеплитель Техноблок стандарт	40	0,039	0,14
3. Штукатурка цементно-песчаная	1800	0,76	0,02
4. Кирпич фасадный	1800	0,58	0,12

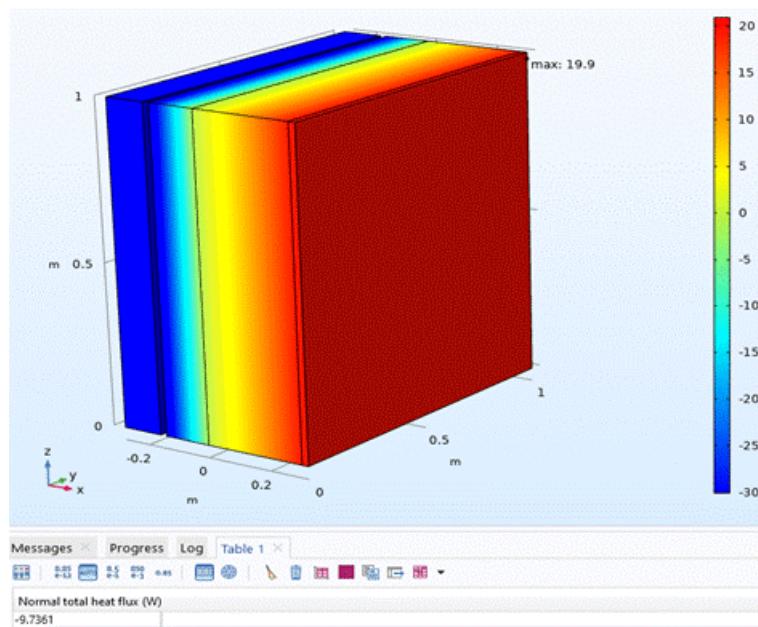


Рисунок 3. Минимальная температура на поверхности стены типа 2 (газобетон)

Для конструкции 3 типа (железобетон):

$$R_{\text{ycl}}^0 = 4,28 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт};$$

$$R_{\text{pr}}^0 = 3,42 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}.$$

Полученное значение  $R_{\text{ст.жил.}}^{\text{пр}} = 3,42 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}$  ниже базового значения требуемого сопротивления теплопередаче  $R_{\text{ст.жил.}}^{\text{Tp}} = 3,66 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}$ , но выше нормируемого  $R_{\text{ст.жил.}}^{\text{норм}} = 2,31 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}$ .

Рассмотренная конструкция соответствует требованиям [5].

Приведенное сопротивление теплопередаче составляет:  $R_{\text{ст.жил.}}^{\text{пр}} = 3,42 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}$ .

Таблица 4. Теплотехнические показатели материалов конструкции стены тип 3

Материал	Плотность $\rho$ , кг/м <sup>3</sup>	Коэффициент теплопроводности $\lambda$ , Вт/(м <sup>2</sup> · <sup>0</sup> С)	Толщина слоя, м
Тип 3 - Железобетон			
1. Железобетон	2500	1,92	0,15
2. Утеплитель Техноблок стандарт	40	0,039	0,14
3. Штукатурка цементно-песчаная	1800	0,76	0,02
4. Кирпич фасадный	1800	0,58	0,12

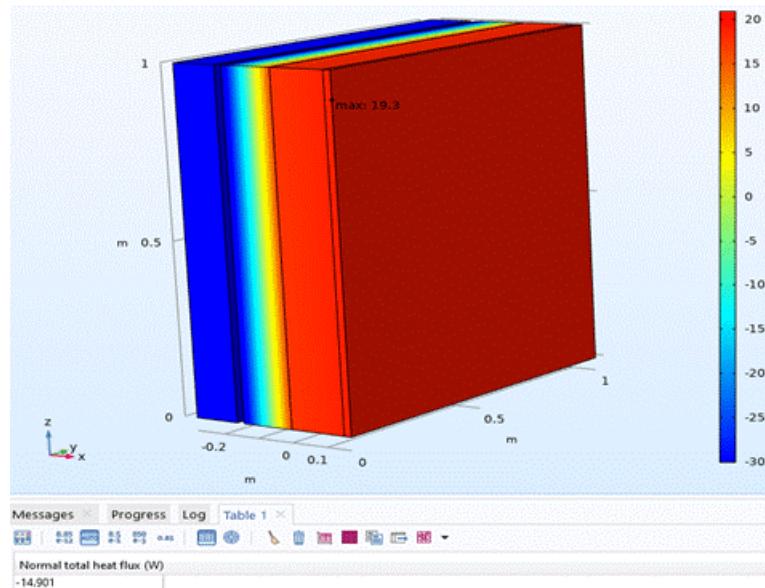


Рисунок 4. Минимальная температура на поверхности стены типа 3 (железобетон)

Для конструкции 4 типа (керамзитобетон):

$$R_{\text{усл}}^0 = 4,39 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт};$$

$$R_{\text{пп}}^0 = 3,51 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}.$$

Полученное значение  $R_{\text{ст.жил.}}^{\text{пп}} = 3,51 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}$  ниже базового значения требуемого сопротивления теплопередаче  $R_{\text{ст.жил.}}^{\text{Tp}} = 3,66 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}$ , но выше нормируемого  $R_{\text{ст.жил.}}^{\text{норм}} = 2,31 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}$ .

Рассмотренная конструкция соответствует требованиям [5].

Приведенное сопротивление теплопередаче составляет:  $R_{\text{ст.жил.}}^{\text{пп}} = 3,51 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}$ .

Таблица 5. Теплотехнические показатели материалов конструкции стены тип 4

Материал	Плотность $\rho, \text{кг}/\text{м}^3$	Коэффициент теплопроводности $\lambda, \text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$	Толщина слоя, м
Тип 4 - Теплоблок			
1. Керамзитобетон	1800	0,84	0,16
1.1. Керамзитобетон	1800	0,84	0,08
2. Утеплитель Техноблок стандарт	40	0,039	0,16
3. Штукатурка цементно-песчаная	1800	0,76	0,02

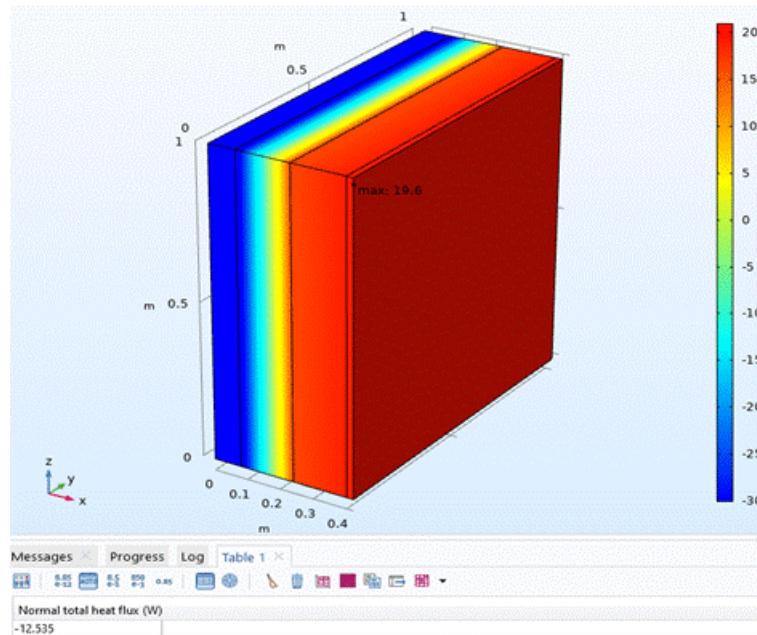


Рисунок 5. Минимальная температура на поверхности стены типа 4 (теплоблок)

Для конструкции 4 типа (керамзитобетон):

$$R_{\text{ycl}}^0 = 4,25 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт};$$

$$R_{\text{np}}^0 = 3,40 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}.$$

Полученное значение  $R_{\text{ст.жил.}}^{\text{пр}} = 3,40 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}$  ниже базового значения требуемого сопротивления теплопередаче  $R_{\text{ст.жил.}}^{\text{Tp}} = 3,66 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}$ , но выше нормируемого  $R_{\text{ст.жил.}}^{\text{норм}} = 2,31 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}$ .

Рассмотренная конструкция соответствует требованиям [5].

Приведенное сопротивление теплопередаче составляет:  $R_{\text{ст.жил.}}^{\text{пр}} = 3,40 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}$ .

Таблица 6. Теплотехнические показатели материалов конструкции стены тип 5

<b>Материал</b>	<b>Плотность <math>\rho</math>, кг/м<sup>3</sup></b>	<b>Коэффициент теплопроводности <math>\lambda</math>, Вт/(м<sup>2</sup>·°C)</b>	<b>Толщина слоя, м</b>
Тип 5 - Брус			
1. Дерево сосна	500	0,14	0,2
2. Пароизоляция	26	0,049	-
3. Плиты минераловатные	40	0,041	0,1
4. Деревянная обшивка	500	0,14	0,02

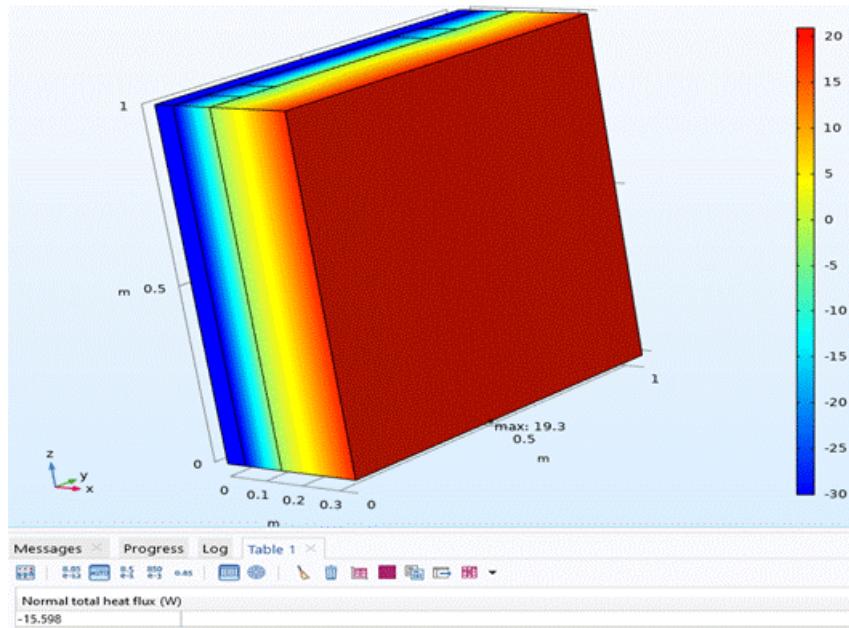


Рисунок 6. Минимальная температура на поверхности стены типа 5 (брус)

После теплотехнических расчетов для сравнения экономических показателей был выполнен локальный сметный расчет базисно-индексным методом всех типов конструкций в уровне цен на 4 кв. 2022 года, результат расчета приведен в таблице 7.

Методика выполнения расчета основана на следующих нормативных источниках: Приказ Минстроя РФ от 21.12.2020 №812/ПР [9], Приказ Минстроя РФ от 11.12.2020 №744/ПР [10], Приказ Минстроя РФ от 04.08.2020 № 421/пр [11], Письмо Минстроя России от 27.11.2022 № 63135-ИФ/09 [12].

Таблица 7. Расчетные показатели

Конструкции стен	Приведенное сопротивление теплопередаче, $\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}$	Тепловой поток, Вт	Стоимость, руб/м <sup>2</sup>
Тип 1 - кирпич	3,61	13,9	6628,17
Тип 2 - газобетон	4,89	9,74	6684,41
Тип 3 - железобетон	3,42	14,9	7540,81
Тип 4 - теплоблок	3,51	12,4	4652,73
Тип 5 - брус	3,40	15,6	7251,60

На графике 2 приведена сводная диаграмма отражающая взаимосвязь между теплотехническими и экономическими показателями исследуемых многослойных конструкций наружных стен малоэтажного домостроения.

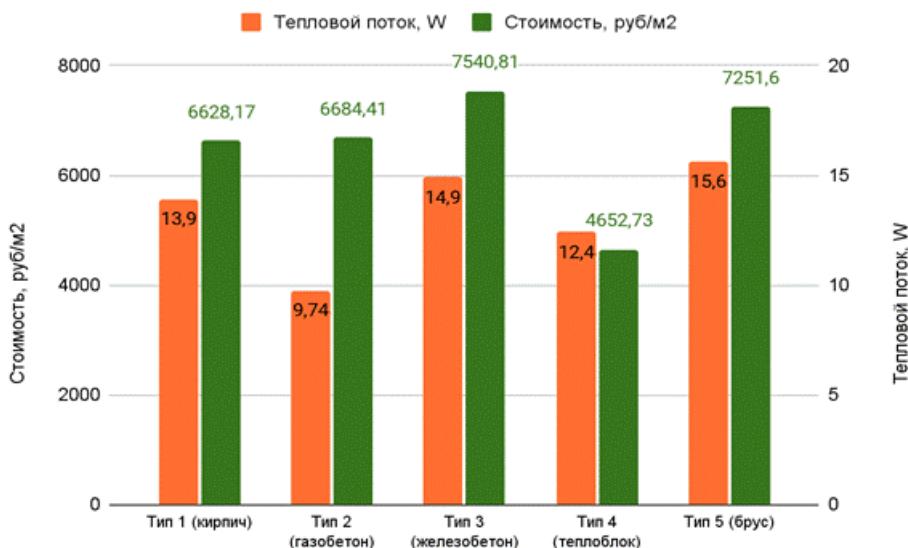


График 2. Сводные данные по результатам расчетов.

На основании проведенного исследования, сформированы следующие выводы:

- Исследуемые конструктивные решения многослойных конструкций наружных стен малоэтажного домостроения удовлетворяют требованиям СП 50.13330.2012 [5].
- В качестве наиболее эффективной конструкции стены по значению теплового потока при возведении малоэтажных жилых зданий может рассматриваться конструкция с применением газобетона, при этом наименее эффективные теплотехнические показатели у конструкций стен из железобетона и бруса.
- Из исследуемых конструктивных решений наружных стен наиболее оптимальное конструктивное решение с точки зрения сопоставления теплотехнических и экономических показателей – это конструкция из теплоблока.
- В качестве перспективного направления развития дальнейших исследований рассматривается более детальное сравнение конструктивных решений многослойных наружных стен малоэтажного домостроения по основной группе материала стен – бетонные смеси, в виду полученных качественных показателей теплоблока.

## Библиография

- Сидельников А. Г. Малоэтажное строительство-перспективы развития в России / А. Г. Сидельников, Е. С. Чурута // . – 2019. – № 1-2. – С. 485-490. – EDN NDIGFZ.
- Табунщиков Ю.А., Бродач М.М., Шилкин Н.В. Энергоэффективные здания. М.: АВОК-ПРЕСС. – 2003. С. 200.
- Корниенко С. В. Проблемы теплозащиты наружных стен современных зданий // Интернет-вестник ВолгГАСУ. – 2013. – № 1(25). – С. 13.
- Корниенко С. В. Оценка влажностного режима многослойной стеновой конструкции в годовом цикле / С. В. Корниенко, Н. И. Ватин, М. Р. Петриченко, А. С. Горшков // Строительство уникальных зданий и сооружений. – 2015. – № 6(33). – С. 19-33.
- СП 50.13330.2012. Актуализированная редакция СНиП 23-02-2003 «Тепловая защита зданий». М. : Минрегион России, 2012. С. 100.
- СП 131.13330.2020 «Строительная климатология». Актуализированная редакция СНиП 23-01-99\*.

7. СП 23-101-2004 «Проектирование тепловой защиты зданий».
8. ГОСТ 30494-2011 «Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях».
9. Приказ Минстроя РФ от 21.12.2020 №812/ПР «Об утверждении Методики по разработке и применению нормативов накладных расходов при определении сметной стоимости строительства, реконструкции, капитального ремонта, сноса объектов капитального строительства».
10. Приказ Минстроя РФ от 11.12.2020 №744/ПР «Об утверждении Методики по разработке и применению нормативов сметной прибыли при определении сметной стоимости строительства, реконструкции, капитального ремонта, сноса объектов капитального строительства».
11. Приказ Минстроя РФ от 04.08.2020 № 421/пр «Методика определения сметной стоимости строительства, реконструкции, капитального ремонта, сноса объектов капитального строительства, работ по сохранению объектов культурного наследия (памятников истории и культуры) народов Российской Федерации на территории Российской Федерации».
12. Письмо Минстроя России от 27.11.2022 № 63135-ИФ/09 «О рекомендуемой величине индексов изменения сметной стоимости строительства в IV квартале 2022 года, в том числе величине индексов изменения сметной стоимости строительно-монтажных работ, индексов изменения сметной стоимости пусконаладочных работ».

## **Результаты процедуры рецензирования статьи**

*В связи с политикой двойного слепого рецензирования личность рецензента не раскрывается.*

*Со списком рецензентов издательства можно ознакомиться [здесь](#).*

Предметом исследования в статье является технико-экономическая эффективность ограждающих стеновых конструкций для малоэтажного домостроения со схожим тепловым потоком. Автор представил расчеты теплотехнических характеристик пяти наиболее популярных типов многослойных конструкций стен малоэтажного строительства и сравнил полученные результаты со стоимостью их применения при возведении стен. Расчеты выполнены верно, в соответствии с существующей нормативной базой. Автор представил сравнительные таблицы и иллюстрации, наглядно обосновав итоговые выводы. Не вызывает сомнений, что все исследованные конструктивные решения многослойных конструкций наружных стен малоэтажного домостроения удовлетворяют техническим требованиям свода правил по тепловой защите зданий. Убедительным также выглядит вывод об эффективности применения газобетона при возведении стен малоэтажных жилых зданий, и низких теплотехнических показателях конструкций стен из железобетона и бруса. Можно согласиться с автором, что сопоставление теплотехнических и экономических показателей конструкций из теплоблока указывает на оптимальность его использования при возведении стен малоэтажных жилых зданий. Однако, качественные показатели материалов, а тем более конструкций, этими двумя параметрами не ограничиваются. Поэтому вывод о перспективности дальнейших исследований в направлении более детального сравнения конструктивных решений многослойных наружных стен малоэтажного домостроения по основной группе материала стен – бетонные смеси, в виду полученных качественных показателей теплоблока, выглядит мало убедительным по трем упущенным автором причинам. Во-первых, автор не учитывает, что на стоимость стеновых конструкций для малоэтажного домостроения может повлиять логистика доставки материалов. В этом

смысле очевидна недоработка границ релевантности полученных результатов, обусловленных конкретной локацией строительства.

Во-вторых, автор не обозначил и не взял в расчет технологические особенности возведения стен из различных конструкций, влияющих на скорость строительства, которая серьезно может повлиять на итоговую себестоимость строения, зависящую от скорости ввода строения в эксплуатацию и, соответственно, на стоимость всех примененных при строительстве конструктивных решений.

В-третьих, одним из важнейших качественных показателей строительных конструкций и материалов является их потенциал в плане архитектурного дизайна. Безусловно, функциональные качества стеновых конструкций, которые составляют предмет исследования автора, крайне важны при расчете экономической эффективности их применения, но они влияют на потребительские предпочтения только в совокупности всех качественных характеристик.

Методология исследования автором хорошо продумана. Поставленные задачи, вытекающие из целеполагания, решены стандартными методами и расчетами, регламентированными действующей нормативной базой. Однако, вызывает сомнение необходимость вычислений теплотехнических характеристик теплоблока для их сравнения с характеристиками других конструкций ввиду того, что теплоблок является продуктом с заданными свойствами, среди которых соотношение его себестоимости производства и тепловых характеристик является запланированным рыночным преимуществом. Пожалуй, единственной методической недоработкой автора является отсутствие в статье оценки уже осуществленных коллегами исследований с указанием той ниши отсутствующего научного знания, которую заполняет рецензируемая работа.

Актуальность темы автором хорошо обоснована. Действительно, рост малоэтажного жилищного строительства актуализирует проблематику эффективных конструктивных решений, включая показатели теплотехнических характеристик.

Научная новизна проделанной работы, ввиду отсутствия в статье оценки степени изученности исследуемой проблемы, остается под сомнением. Автору в итоговых выводах необходимо четко указать какие именно полученные им результаты ранее не были известны.

Стиль в рецензируемой статье выдержан научный. Структура статьи в целом соответствует логике изложения результатов научного исследования, хотя значительно могла бы быть усиlena за счет дискуссий с коллегами и оппонентами.

Библиография, учитывая эмпирическую основу исследования, соответствует жанру статьи, хотя и не в полной мере раскрывает проблемную область исследования. Оформление списка нужно поправить с учетом редакционных требований и ГОСТа.

Апелляция к оппонентам в статье отсутствует, что значительно снижает её научную ценность.

Представленная на рецензирование статья, без сомнений, вызовет интерес читательской аудитории журнала «Урбанистика» после доработки с учетом замечаний рецензента.