

---

# ТЕПЛОСНАБЖЕНИЕ, ВЕНТИЛЯЦИЯ, КОНДИЦИОНИРОВАНИЕ ВОЗДУХА, ГАЗОСНАБЖЕНИЕ И ОСВЕЩЕНИЕ

---



УДК 699.86

DOI: 10.17673/Vestnik.2021.01.5

**Ю. С. ВЫТЧИКОВ  
М. Е. САПАРЁВ  
В. А. ГОЛИКОВ  
Е. Г. САФРОНОВ**

## ОПТИМИЗАЦИЯ ТЕПЛОЗАЩИТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ ЗАГОРОДНЫХ КОТТЕДЖЕЙ

### OPTIMIZATION OF HEAT PROTECTION CHARACTERISTICS OF COUNTRY COTTAGE ENCLOSURES

Представлена методика определения максимально допустимого значения сопротивления теплопередаче наружной стены, при котором достигаются минимальные энергозатраты при эксплуатации зданий с переменным тепловым режимом. Обзор источников, посвященных данной проблеме, показал наличие больших затрат тепловой энергии во время напота помещений. На основе исследований всех составляющих энергозатрат при эксплуатации помещений с системами прерывистого отопления предложена методика определения максимально допустимого сопротивления теплопередаче, обеспечивающего минимальные энергозатраты. По изложенной методике был произведён расчёт для наружных стен, выполненных из различных материалов. Анализ полученных результатов показал, что существенное влияние на максимально допустимое значение сопротивления теплопередаче оказывает комплекс теплофизических величин  $c\mu\lambda$ . Представленная графическая зависимость  $R_0^{уча}$  от комплекса  $c\mu\lambda$  позволяет проектировщику рационально выбрать стеновой материал, обеспечивающий минимум энергозатрат при эксплуатации здания. В условиях роста тарифов на энергоносители подобная оптимизация теплозащитных характеристик особенно актуальна для загородных коттеджей, эксплуатируемых в условиях прерывистого отопления.

**Ключевые слова:** тепловой режим, ограждающая конструкция, прерывистое отопление, сопротивление теплопередаче, энергозатраты

Постоянный рост тарифов на газ приводит к необходимости застройщиков загородных

The article presents a method for determining the minimum permissible value of the heat transfer resistance of the outer wall, at which the minimum energy consumption is achieved during the operation of buildings with variable thermal conditions. A review of the sources devoted to this problem showed the presence of high costs of thermal energy during the heating of premises. On the basis of studies of all components of energy consumption in the operation of premises with intermittent heating systems, the authors of the article propose a method for determining the minimum permissible resistance to heat transfer, which provides minimum energy consumption. According to the described method, the calculation was made for external walls made of various materials. The analysis of the obtained results showed that a significant influence on the minimum permissible value of the heat transfer resistance is exerted by a complex of thermophysical values  $c\mu\lambda$ . The presented graphical dependence  $R_0^{уча}$  on the complex  $c\mu\lambda$  allows the designer to rationally choose a wall material that provides a minimum of energy consumption during the operation of the building. In the context of rising energy tariffs, such optimization of thermal protection characteristics is especially important for country cottages operated in intermittent heating conditions.

**Keywords:** thermal mode, enclosing structure, intermittent heating, heat transfer resistance, energy consumption

коттеджей использовать ограждающие конструкции с повышенными теплозащитными

характеристиками. При этом необходимо учитывать особенности теплового режима зданий с прерывистым отоплением. В связи с тем, что загородные коттеджи эксплуатируются чаще всего лишь в выходные дни и в период отпуска, возникает необходимость в использовании дежурного отопления в рабочие дни.

На рис. 1 представлен характерный график изменения температуры внутреннего воздуха в отапливаемых помещениях загородного коттеджа.

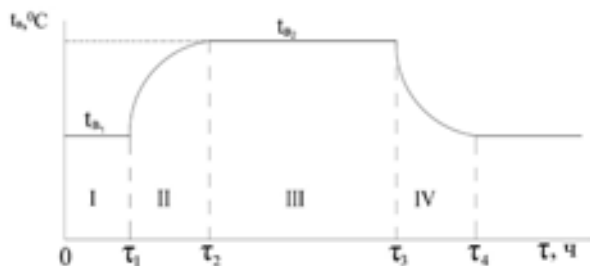


Рис. 1. График изменения температуры внутреннего воздуха в помещениях загородного коттеджа

Из рис. 1 видно, что недельный цикл эксплуатации загородного коттеджа включает четыре стадии.

Первая стадия I ( $0 \leq \tau \leq \tau_1$ ) характеризует период эксплуатации здания при использовании дежурного отопления. Вторая стадия II ( $\tau_1 \leq \tau \leq \tau_2$ ) – период натопа помещений. В результате её реализации происходит прогрев воздуха в отапливаемых помещениях, а также всех наружных и внутренних ограждающих конструкций.

Как показали результаты исследований, представленные в работах [1–5], на натопо помещений расходуется значительная тепловая энергия. Для снижения энергозатрат рекомендуется в работах [2, 5] использовать в однослойных конструкциях малотеплоемкие материалы, а в многослойных – внутреннее утепление с применением высокоэффективных полимерных материалов, обладающих низкой паропроницаемостью.

Третья стадия III ( $\tau_2 \leq \tau \leq \tau_3$ ) осуществляется при наличии людей в коттедже. Согласно современным нормативным требованиям по теплозащите, изложенным в СП 50.13330 «Тепловая защита зданий», в зданиях с периодическим пребыванием людей должны обязательно выполняться лишь санитарно-гигиенические условия, заключающиеся в обеспечении первого и второго условия комфортности.

Согласно [6] первое условие комфортности обеспечивает человеку благоприятный тепловой режим в помещении в целом, второе условие – в непосредственной близости от ограждающих конструкций. Представленные в работах

[7–9] результаты расчетов и экспериментальных исследований показали, что нагрев воздуха в помещении происходит значительно быстрее по сравнению с ограждающими конструкциями, обладающими значительной теплоемкостью.

Последняя четвертая стадия IV ( $\tau_3 \leq \tau \leq \tau_4$ ) происходит после отключения отопительного котла. На ее продолжительность существенное влияние оказывает теплоаккумулирующая способность отапливаемых помещений и кратность воздухообмена [10]. При реализации прерывистого отопления загородных коттеджей целесообразно использовать автоматизированную систему «Умный дом». Натоп помещений можно осуществить при её применении дистанционно, подав сигнал на исполнительный орган отопительного котла перед приездом в коттедж.

Как показали результаты исследований, представленные в работах [1, 2], сопротивление теплопередаче ограждающих конструкций существенно влияет на энергозатраты при натопо помещений загородного коттеджа и время их нагрева.

Для нахождения оптимальных значений сопротивления теплопередаче однослойных наружных стен исследуем зависимость удельных энергозатрат при эксплуатации загородного коттеджа на экстремум. Суммарные удельные энергозатраты за недельный период эксплуатации здания определяются по формуле

$$Q_{\Sigma} = Q_I + Q_{II} + Q_{III}, \text{ кДж/м}^2, \quad (1)$$

где  $Q_I$ ,  $Q_{II}$ ,  $Q_{III}$  – удельные энергозатраты при работе дежурного отопления, при натопо помещения коттеджа и при расчетном режиме эксплуатации соответственно.

Удельные энергозатраты на стационарных режимах работы определяются по формуле

$$Q_I = \frac{t_{e1} - t_n}{R_0^{np}} \tau_I, \text{ кДж/м}^2, \quad (2)$$

$$Q_{III} = \frac{t_{e2} - t_n}{R_0^{np}} \tau_{III}, \text{ кДж/м}^2, \quad (3)$$

где  $t_{e1}$ ,  $t_{e2}$  – температура внутреннего воздуха при дежурном и расчетном режимах отопления, °C;  $R_0^{np}$  – приведенное сопротивление теплопередаче наружной стены,  $(\text{м}^2 \cdot \text{°C})/\text{Вт}$ ;  $\tau_I$ ,  $\tau_{III}$  – продолжительность первого и третьего периодов эксплуатации здания, сут.

Удельные энергозатраты при натопо помещения определяются, согласно [2], по формуле

$$Q_{II} = c \cdot \rho \cdot \delta \cdot \Delta \tau_{\sigma}, \text{ Дж/м}^2, \quad (4)$$

где  $c$  – удельная теплоемкость материала наружной стены,  $\text{Дж}/(\text{м} \cdot \text{°C})$ ;  $\rho$  – плотность мате-

риала стены,  $\text{кг/м}^3$ ;  $\delta$  – толщина наружной стены, м;  $\Delta t_c$  – изменение температуры наружной стены в процессе натопа,  $^{\circ}\text{C}$ .

$$\Delta t_c = 0,5(t_{\delta 1} - t_{\delta 2}) - \frac{t_{\delta 1} - t_{\delta 2}}{R_0^{ysl}} \left( \frac{1}{\alpha_{\delta}} - \frac{1}{\alpha_n} \right), \quad (5)$$

где  $R_0^{ysl} = \frac{R_0^{np}}{r}$  – сопротивление теплопередаче глады наружной стены,  $(\text{м}^2 \cdot ^{\circ}\text{C})/\text{Вт}$ ;  $r$  – коэффициент теплотехнической однородности;  $\alpha_{\delta}$ ,  $\alpha_n$  – значение коэффициента теплоотдачи со стороны внутреннего и наружного воздуха соответственно,  $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^{\circ}\text{C})$ .

Толщина наружной стены связана с её сопротивлением теплопередаче соотношением

$$\delta = \lambda \left( R_0^{ysl} - \frac{1}{\alpha_{\delta}} - \frac{1}{\alpha_n} \right), \text{ м.} \quad (6)$$

Подставим формулы (5) и (6) в (4). Тогда получим

$$Q_{II} = c\rho\lambda \left( R_0^{ysl} - \frac{1}{\alpha_{\delta}} - \frac{1}{\alpha_n} \right) \left[ 0,5(t_{\delta 1} - t_{\delta 2}) - \frac{t_{\delta 1} - t_{\delta 2}}{R_0^{ysl}} \left( \frac{1}{\alpha_{\delta}} - \frac{1}{\alpha_n} \right) \right]. \quad (7)$$

Уравнение (1) после подстановки в него формул (2), (3) и (7) примет вид

$$Q_{\Sigma} = \frac{t_{\delta 1} - t_n}{R_0^{ysl} r} \tau_I + \frac{t_{\delta 2} - t_n}{R_0^{ysl} r} \tau_{III} + c\rho\lambda \left( R_0^{ysl} - \frac{1}{\alpha_{\delta}} - \frac{1}{\alpha_n} \right) \left[ 0,5(t_{\delta 1} - t_{\delta 2}) - \frac{t_{\delta 1} - t_{\delta 2}}{R_0^{ysl}} \left( \frac{1}{\alpha_{\delta}} - \frac{1}{\alpha_n} \right) \right]. \quad (8)$$

Исследуем зависимость для определения  $Q_{\Sigma}$  на экстремум. Для этого получим выражение первой производной  $\frac{dQ_{\Sigma}}{dR_0^{ysl}}$  и приравняем его к нулю. Тогда получим выражение для определения  $R_0^{ysl}$ ,  $(\text{м}^2 \cdot ^{\circ}\text{C})/\text{Вт}$ , вида

$$R_0^{ysl} = \left( \frac{1}{\alpha_{\delta}} - \frac{1}{\alpha_n} \right) + \sqrt{\left( \frac{1}{\alpha_{\delta}} - \frac{1}{\alpha_n} \right)^2 + \frac{(t_{\delta 1} - t_n) \frac{\tau_I}{r} + (t_{\delta 2} - t_n) \frac{\tau_{III}}{r} - 0,5c\rho\lambda(t_{\delta 1} - t_{\delta 2}) \left( \frac{1}{\alpha_{\delta}^2} - \frac{1}{\alpha_n^2} \right)}{0,5c\rho\lambda(t_{\delta 1} - t_{\delta 2})}}. \quad (9)$$

Анализ полученного решения для определения сопротивления теплопередаче наружной стены, соответствующего минимуму удельных энергозатрат, позволил установить, что основное влияние на его значение оказывает наличие теплофизических характеристик используемого материала  $c\rho\lambda$ .

Проанализируем зависимость (4) для кладки, выполненной из различных материалов. В качестве района строительства примем Самарскую область. При выполнении расчета использовались следующие исходные данные:

1. Температура внутреннего воздуха в котедже при дежурном отоплении  $t_{\delta 1} = 12^{\circ}\text{C}$ , при расчетном режиме  $t_{\delta 2} = 22^{\circ}\text{C}$ .

2. Средняя температура наружного воздуха за отопительный период  $t_n = t_{on} = -4,7^{\circ}\text{C}$ .

3. Продолжительность работы дежурного отопления  $\tau_I = 3$  сут, на расчетном режиме  $\tau_{III} = 2$  сут.

Расчёт был произведен для наружных стен, выполненных в виде кладок из газобетонных блоков на латексном клею, из пустотелых керамзитобетонных блоков, а также из силикатного и керамического кирпича на цементно-песчаном растворе. Теплофизические характеристики приведенных выше кладок были взяты из СТО 00044807-001-2006 «Теплозащитные свойства ограждающих конструкций строительства».

Результаты расчета представлены в табл. 1. Нумерация вариантов исполнения наружных стен была выбрана с учетом значения комплекса теплофизических величин  $c\rho\lambda$ , существенно влияющего на энергозатраты при эксплуатации загородного коттеджа.

Нормативное значение сопротивления теплопередаче наружной стены для жилых зданий, строящихся в Самарской области, составляет  $R_0^{норм} = 1,49$  ( $\text{м}^2 \cdot \text{°C}$ )/Вт. Следовательно, значения сопротивления теплопередаче наружных стен, выполненных в виде вкладок из глиняного и силикатного кирпича, соответствующие минимуму энергозатрат, оказались ниже нормативного значения.

На рис. 2 представлена зависимость максимально допустимых значений сопротивления теплопередаче от комплекса  $c\rho\lambda$  для всех вариантов исполнения наружных стен.

Используя график, представленный на рис. 2, можно по величине сопротивления теплопередаче глади наружной стены определить необходимую величину комплекса  $c\rho\lambda$  для кладки, а далее по справочным данным подобрать сам материал.

В табл. 2 и на рис. 3 представлены результаты расчета удельных энергозатрат при изменении сопротивления теплопередаче наружной стены в диапазоне от 1,0 до 6,0 ( $\text{м}^2 \cdot \text{°C}$ )/Вт для кладки из газобетонных блоков на латексном клею с плотностью, равной 600  $\text{кг}/\text{м}^3$ .

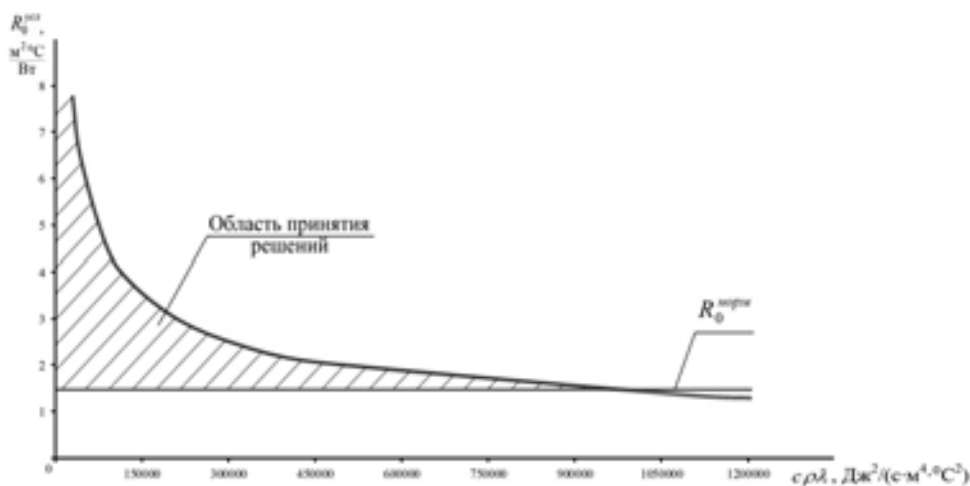


Рис. 2. Зависимость  $R_0^{max}$  от комплекса  $c\rho\lambda$

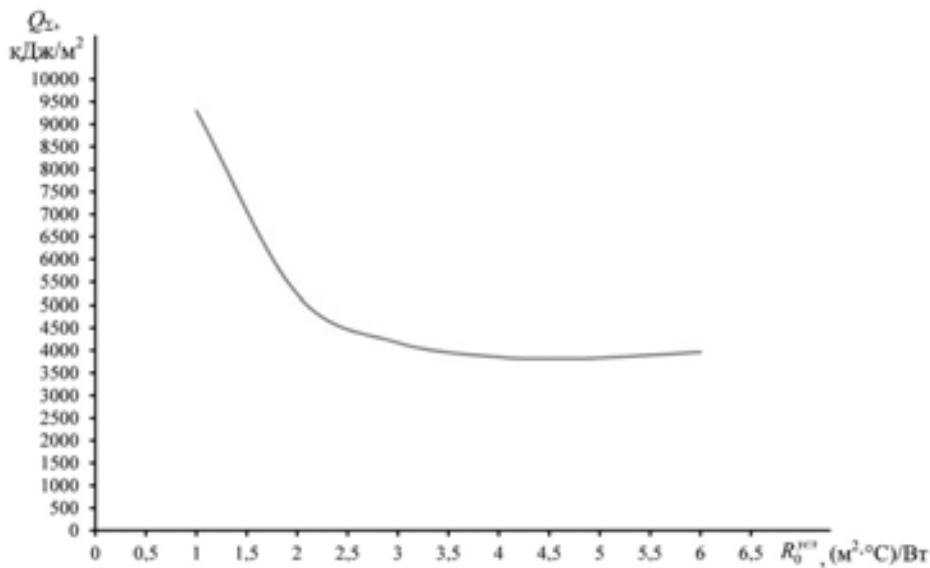


Рис. 3. Зависимость удельных энергозатрат от сопротивления теплопередаче наружной стены

Таблица 1

Результаты расчета сопротивления теплопередаче наружных стен  
с минимальными энергозатратами  
при эксплуатации загородных коттеджей

№ варианта	Состав наружной стены	Теплофизические характеристики стеновых материалов			Комплекс $\rho\lambda, \text{Дж}^2/(\text{с}\cdot\text{м}^4\cdot\text{С}^2)$	Максимально допустимое значение сопротивления теплопередаче $R_{0\text{доп}}, (\text{м}^2\cdot\text{С})/\text{Вт}$
		Удельная теплоемкость $c, \text{Дж}/(\text{кг}\cdot\text{С})$	Плотность $\rho, \text{кг}/\text{м}^3$	Коэффициент теплопроводности $\lambda, \text{Вт}/(\text{м}\cdot\text{С})$		
1	Кладка из газобетонных блоков на латексном клею	840	300	0,12	30240	7,76
2	Кладка из газобетонных блоков на латексном клею	840	400	0,13	43680	6,46
3	Кладка из газобетонных блоков на латексном клею	840	600	0,17	85680	4,64
4	Кладка из газобетонных блоков на латексном клею	840	800	0,25	126000	3,84
5	Кладка из керамзитобетонных блоков с трехрядными несквозными блоками на цементно-песчаном растворе	840	880	0,29	214368	2,97
6	Кладка из керамзитобетонных блоков с трехрядными несквозными блоками на цементно-песчаном растворе	840	1060	0,36	320544	2,43
7	Кладка из керамзитобетонных блоков с трехрядными несквозными блоками на цементно-песчаном растворе	840	1270	0,42	448056	2,07
8	Кладка из глиняного кирпича на цементно-песчаном растворе	880	1800	0,7	1108800	1,34
9	Кладка из силикатного кирпича на цементно-песчаном растворе	880	1800	0,76	1203840	1,29

Таблица 2

Результаты расчета удельных энергозатрат  
при недельной эксплуатации загородного коттеджа

Сопротивление теплопередаче $R_{0\text{усл}}, (\text{м}^2\cdot\text{С})/\text{Вт}$	Энергозатраты, $\text{кДж}/\text{м}^2$			
	при дежурном отоплении $Q_I$	при отоплении помещений $Q_{II}$	на расчетном режиме $Q_{III}$	суммарные энергозатраты $Q_{\Sigma}$
1,0	4328,6	4631,8	334,8	9295,2
2,0	2164,3	2306,9	760,9	5232,1
3,0	1442,9	1543,9	1188,1	4174,9
4,0	1082,2	1158,0	1616,4	3856,8
4,64	932,9	998,2	1896,0	3821,1
5,0	865,7	926,4	2044,6	3836,7
6,0	721,4	772,0	2472,5	3965,9

**Выводы.** 1. Разработана инженерная методика определения максимально допустимого значения сопротивления теплопередаче однослойных ограждающих конструкций, обеспечивающего минимальные энергозатраты при прерывистом отоплении загородных коттеджей.

2. Представлены результаты расчета максимально допустимых значений сопротивления теплопередаче для наружных стен, выполненных из различных стеновых материалов, а также удельных энергозатрат в широком диапазоне теплозащитных характеристик.

3. Полученная аналитическая зависимость позволяет проектировщику загородного коттеджа рационально выбрать стеновой материал, обеспечивающий минимум энергозатрат при эксплуатации здания.

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Выхчиков Ю. С., Сапарев М.Е., Чулков А. А. Оптимизация выбора уровня теплозащиты ограждающих конструкций зданий, эксплуатируемых в условиях прерывистого отопления // Промышленное и гражданское строительство. 2017. № 3. С. 90-93.

2. Выхчиков Ю. С., Сапарев М.Е., Беляков И.Г. Математическое моделирование процесса нестационарной теплопередачи через строительные ограждающие конструкции в условиях прерывистого отопления // Международный научно-исследовательский журнал. Екатеринбург, 2016. № 6-2 (48). С. 42-48.

3. Дацюк Т.А., Ивлев Ю.П., Пухкал В.А. Моделирование теплового режима жилых помещений при прерывистом отоплении // Современные проблемы науки и образования. 2014. № 5. С. 69-70.

4. Иванов В.В., Никитин С.А., Карасева Л.В., Семенчук А.И. Исследование процессов нагрева помещения после включения источника теплоты // Научный вестник ВГАСУ. 2011. № 3. С. 34-39.

5. Семенов Б.А. Нестационарная теплопередача и эффективность теплозащиты ограждающих конструкций зданий. Саратов: Сарат. гос. тех. ун-т, 1996. 176 с.

6. Богословский В.Н. Строительная теплофизика (теплофизические основы отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха). М.: Высшая школа, 1982. 415 с.

7. Дацюк Т.А., Ивлев Ю.П., Пухкал В.А. Результаты моделирования микроклимата жилых помещений при разных типах отопительных приборов // Инженерно-строительный журнал. СПб., 2013. № 6. С. 12-21.

8. Кононович Ю.В. Тепловой режим зданий массовой застройки. М.: Стройиздат, 1986. 160 с.

9. Туркин В.П., Тыщенко П.В. Автоматическое управление жилым зданием. М.: Стройиздат, 1987. 192 с.

10. Малявина Е.Г., Цыганов А.В. Влияние различных факторов на темп остывания помещения после отключения теплоснабжения // Известия вузов. Строительство. 2015. № 1. С. 53-59.

Об авторах:

#### ВЫТЧИКОВ Юрий Серафимович

кандидат технических наук, профессор кафедры теплогазоснабжения и вентиляции Самарский государственный технический университет Академия строительства и архитектуры 443100, Россия, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244 E-mail: git.2008@mail.ru

### REFERENCES

1. Vytchikov Yu. S., Saparev M.E., Chulkov A. A. Optimization of the choice of the level of thermal protection of enclosing structures of buildings operated in intermittent heating conditions. *Promyshlennoe i grazhdanskoe stroitel'stvo* [Industrial and Civil Engineering], 2017, no. 3, pp. 90-93. (in Russian)

2. Vytchikov Yu. S., Saparev M.E., Belyakov I.G. Mathematical modeling of the process of non-stationary heat transfer through building enclosing structures in intermittent heating conditions. *Mezhdunarodnyy nauchno-issledovatel'skiy zhurnal* [International Research Journal], 2016, no. 6-2 (48), pp. 42-48. (in Russian)

3. Datsyuk T.A., Ivlev Yu.P., Pukhkal V.A. Modeling of the thermal regime of residential premises with intermittent heating. *Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya* [Modern Problems of Science and Education], 2014, no. 5, pp. 69-70. (in Russian)

4. Ivanov V.V., Nikitin S.A., Karaseva L.V., Semenchuk A.I. Investigation of the processes of heating the room after switching on the heat source. *Nauchnyy vestnik VGASU* [Scientific Bulletin of VSUACE], 2011, no. 3, pp. 34-39. (in Russian)

5. Semenov B.A. Nestatsionarnaya teploperedacha i effektivnost' teplozashchity ogradhdayushchikh konstruktсий zdaniy [Non-stationary heat transfer and efficiency of thermal protection of building enclosing structures]. Saratov, Saratov state technical university, 1996. 176 p.

6. Bogoslovskij V.N. Stroitel'naja teplofizika (teplofizicheskie osnovy otopleniya, ventiljacii i kondicionirovaniya vozduha) [Building Thermophysics (thermo-physical fundamentals of heating, ventilation and air-conditioning)]. M., Vysshaja shkola, 1982. 415 p.

7. Datsyuk T.A., Ivlev Yu.P., Pukhkal V.A. Results of modeling the microclimate of residential premises with different types of heating devices. *Inzhenerno-stroitel'nyy zhurnal* [Civil Engineering Magazine], 2013, no. 6, pp. 12-21. (in Russian)

8. Kononovich Yu.V. Teplovoy rezhim zdaniy massovoy zastroyki [Thermal regime of mass construction buildings]. M., Stroyizdat, 1986. 160 p.

9. Turkin V.P., Tyshchenko P.V. Avtomaticheskoe upravlenie zhilym zdaniem [Automatic control of a residential building]. M., Stroyizdat, 1987. 192 p.

10. Malyavina E.G., Tsyganov A.V. Influence of various factors on the rate of cooling of the room after switching off the heat supply. *Izvestiya vuzov. Stroitel'stvo* [Proceedings of the Universities. Construction], 2015, no. 1, pp. 53-59. (in Russian)

#### VYTCHEKOV Yuri S.

PhD in Engineering Science, Professor the Heat and Gas Supply and Ventilation Chair Samara State Technical University Academy of Civil Engineering and Architecture 443100, Russia, Samara, Molodogvardeyskaya str., 244 E-mail: git.2008@mail.ru

**САПАРЁВ Михаил Евгеньевич**

кандидат технических наук, доцент кафедры  
теплогазоснабжения и вентиляции  
Самарский государственный технический университет  
Академия строительства и архитектуры  
443100, Россия, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244  
E-mail: msx072007@yandex.ru

**SAPAREV Mikhail E.**

PhD in Engineering Science, Associate Professor  
the Heat and Gas Supply and Ventilation Chair  
Samara State Technical University  
Academy of Civil Engineering and Architecture  
443100, Russia, Samara, Molodogvardeyskaya str., 244  
E-mail: msx072007@yandex.ru

**ГОЛИКОВ Владислав Андреевич**

аспирант кафедры общей и прикладной физики  
и химии  
Самарский государственный технический университет  
Академия строительства и архитектуры  
443100, Россия, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244  
E-mail: vladislavgol@rambler.ru

**GOLIKOV Vladislav A.**

Postgraduate Student of the Heat and Gas Supply  
and Ventilation Chair  
Samara State Technical University  
Academy of Civil Engineering and Architecture  
443100, Russia, Samara, Molodogvardeyskaya str., 244  
E-mail: vladislavgol@rambler.ru

**САФРОНОВ Евгений Геннадьевич**

кандидат экономических наук, доцент,  
доцент кафедры экономики промышленности  
и производственного менеджмента  
Самарский государственный технический университет  
443100, Россия, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244  
E-mail: ewgenijsafronow@yandex.ru

**SAFRONOV Evgeniy G.**

PhD in Economic Sciences, Associate Professor the  
Industrial Economics and Industrial Management Chair  
Samara State Technical University  
443100, Russia, Samara, Molodogvardeyskaya str., 244  
E-mail: ewgenijsafronow@yandex.ru

Для цитирования: Вытчиков Ю.С., Сапарёв М.Е., Голиков В.А., Сафронов Е.Г. Оптимизация теплозащитных характеристик ограждающих конструкций загородных коттеджей // Градостроительство и архитектура. 2021. Т.11, № 1. С. 39–45. DOI: 10.17673/Vestnik.2021.01.5.

For citation: Vytchikov Yu.S., Saparev M.E., Golikov V.A., Safronov E.G. Optimization of Heat Protection Characteristics of Country Cottage Enclosures. *Gradostroitel'stvo i arhitektura* [Urban Construction and Architecture], 2021, vol. 11, no. 1, Pp. 39–45. (in Russian) DOI: 10.17673/Vestnik.2021.01.5.

**НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ  
«ГРАДОСТРОИТЕЛЬСТВО И АРХИТЕКТУРА»**

Направления  
деятельности



Научно-технический журнал «Градостроительство и архитектура» приглашает Вас опубликовать статью

Журнал включен с 01.12.2015 г. в Перечень ведущих рецензируемых научных журналов и изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени доктора и кандидата наук, индексируется в системе РИНЦ, каждой статье присваивается идентификатор цифрового объекта DOI

Индекс журнала в Объединенном каталоге «Пресса России»: И70570

Руководитель



**Александр Кузьмич СРЕЛКОВ**  
доктор технических наук, главный редактор

Контакты



443001, Самара, ул. Молодогвардейская, 194  
(846) 242-36-98  
vestniksgasu@yandex.ru