

Учет формы при оценке теплозащиты оболочки здания

The accounting of the form at the assessment of the thermal performance of the envelopes

к.т.н., доцент Корниенко Сергей Валерьевич
ФГБОУ ВПО "ВолгГАСУ"
+7 (988) 491 2459; svkorn2009@yandex.ru
Волгоград
Российская Федерация

Ph.D, Associate professor Sergey Valerjevich Korniyenko
Volgograd State University of Architecture and Civil Engineering
+7 (988) 491 2459; svkorn2009@yandex.ru
Volgograd
Russian Federation

Ключевые слова: форма здания, теплозащита оболочки здания, приведенное сопротивление теплопередаче, показатель компактности здания, выборка представительских зданий

Статья посвящена решению актуальной проблемы — оценке уровня тепловой защиты здания с учетом его формы.

Определен критерий теплозащиты оболочки здания на основе базового сопротивления теплопередаче оболочки. По результатам статистической обработки данных получена зависимость базового сопротивления теплопередаче оболочки здания от показателя компактности здания, позволяющая определить минимально допустимый уровень теплозащиты оболочки при заданной форме здания.

На основе разработанной методики показано, что уровень теплозащиты здания зависит от его формы. Усложнение формы здания требует более высокого уровня его теплозащиты. Проектирование зданий компактной формы позволяет обоснованно снизить уровень теплозащиты здания и имеет высокий потенциал энергосбережения.

Полученные результаты исследований могут быть использованы при актуализации норм по тепловой защите зданий.

Key words: building form, thermal performance of envelopes, the specified resistance to a heat transfer, index of the shape of a building, selection of representative buildings.

This article is devoted to the solution of an actual problem — assessments of level of thermal performance of the building taking into account its form.

The criterion of a thermal performance of envelopes on the basis of the basic resistance to heat transfer of envelopes is defined. By results of statistical data processing dependence of basic resistance to heat transfer of envelopes from an index of compactness of the building, allowing to define minimum admissible level of a thermal performance of envelopes at the set form of the building is received.

On the basis of the developed technique it is shown that level of a thermal performance of the building depends on its form. Complication of a form of the building demands higher level of its thermal performance. Design of buildings of a compact form allows to lower reasonably level of a thermal performance of the building and has the high potential of energy saving.

The received results of researches can be used when updating norms on thermal protection of buildings.

1. Введение

Актуальной проблемой современной архитектуры и строительства является энергосбережение и повышение энергоэффективности зданий. Эта задача может быть реализована путем совершенствования архитектурно-планировочных, конструктивных и инженерно-технических решений.

2. Обзор литературы

В разработку энергетической концепции проектирования зданий большой вклад внесли Богословский В. Н. [1], Табунщиков Ю. А. [2], Савин В. К. [3], Гагарин В. Г. [4], Gertis K. [5], Feist W. [6] и другие ученые. Из числа последних публикаций можно отметить работы [7—22].

Основные требования по теплозащите и энергоэффективности зданий отражены в СНиП 23–02–2003 «Тепловая защита зданий». Нормами установлены три показателя тепловой защиты зданий: приведенное сопротивление теплопередаче ограждающих конструкций, санитарно-гигиенический показатель и удельный расход тепловой энергии на отопление здания. При этом в нормах отсутствует показатель, характеризующий теплозащиту оболочки здания в целом, а удельный расход тепловой энергии на отопление здания включает в себя составляющие, непосредственно не влияющие на теплозащиту оболочки. Кроме того, в нормах отсутствуют данные, позволяющие выполнить оценку влияния формы на теплозащиту оболочки здания. Это затрудняет решение проблемы энергосбережения и повышения энергоэффективности зданий.

3. Общая часть

В данной статье предлагается методика оценки теплозащиты оболочки здания с учетом его формы.

В качестве показателя теплозащиты оболочки здания предлагается использовать приведенное сопротивление теплопередаче оболочки, R_{he} , м²С/Вт, определяемое по формуле:

$$R_{he} = \frac{(t_{int} - t_{ext}) A_e^{sum}}{Q_{he}^{sum}}, \quad (1)$$

где t_{int} , t_{ext} — соответственно температура внутреннего и наружного воздуха; A_e^{sum} — суммарная площадь оболочки здания; Q_{he}^{sum} — суммарный тепловой поток, проходящий через оболочку здания.

По физическому смыслу величина приведенного сопротивления теплопередаче оболочки численно равна расчетному перепаду температур внутреннего и наружного воздуха, отнесенному к суммарному тепловому потоку, проходящему через 1 м² площади оболочки по механизму теплопередачи.

Основной критерий теплозащиты оболочки здания может быть сформулирован в виде следующего неравенства:

$$R_{he}^{des} \geq R_{he}^{bas}, \quad (2)$$

где R_{he}^{des} — расчетное приведенное сопротивление теплопередаче оболочки здания; R_{he}^{bas} — базовое сопротивление теплопередаче оболочки здания.

Если условие (2) выполняется, то оболочка здания отвечает требованию по теплозащите. В противном случае требуется корректировка проекта.

Для оболочки здания, состоящей из m ограждающих конструкций ($m \geq 1$), расчетное приведенное сопротивление теплопередаче определяется по формуле:

$$R_{he}^{des} = \frac{A_e^{sum}}{\sum_{i=1}^m \frac{n_i A_i}{R_{hi}^{des}}}, \quad (3)$$

где A_e^{sum} — суммарная площадь оболочки здания, по внутренним размерам; n_i — коэффициент, учитывающий положение i -й ограждающей конструкции относительно внутреннего и наружного воздуха; A_i , R_{hi}^{des} — соответственно площадь и расчетное приведенное сопротивление теплопередаче i -й ограждающей конструкции.

Значения R_{hi}^{des} определяются по методике [20] на основе расчета температурно-влажностного режима по температурному полю с учетом добавочных теплотерь через теплотехнически неоднородные участки ограждающих конструкций (краевые зоны).

Для определения величины R_{he}^{bas} сформирована выборка представительских зданий на основе обобщения результатов многолетних исследований, проведенных автором. Выборка включает в себя жилые здания, имеющие различную форму (показатель компактности k_c изменяется от 0,127 до 0,72 м–1), этажность (от 2 до 25 этажей), отапливаемый объем (от 510 до 209544 м³). Геометрические показатели зданий определены в соответствии с проектной документацией. Градусосутки отопительного периода

= 3965 С°сут/год. Расчет базового сопротивления теплопередаче оболочки здания, входящего в выборку, выполнен на основе формулы (3) при минимально допустимых значениях приведенного сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций оболочки, приведенных в п. 5.13 СНиП 23–02–2003. Полученные результаты для указанных зданий представлены в табл. 1.

Таблица 1. Значения показателя компактности и базового сопротивления теплопередаче оболочки зданий, входящих в выборку

№ здания	Показатель компактности здания $k_e, \text{м}^{-1}$	Базовое сопротивление теплопередаче оболочки здания $R_{he}^{bas}, \text{М}^2 \cdot \text{С} / \text{Вт}$	№ здания	Показатель компактности здания $k_e, \text{м}^{-1}$	Базовое сопротивление теплопередаче оболочки здания $R_{he}^{bas}, \text{М}^2 \cdot \text{С} / \text{Вт}$
1	0,127	1,17	7	0,272	1,45
2	0,165	1,33	8	0,280	1,45
3	0,199	1,34	9	0,340	1,56
4	0,210	1,35	10	0,362	1,54
5	0,230	1,32	11	0,440	1,85
6	0,258	1,54	12	0,720	2,10

Принимая за факторную переменную $k_{e,i}$ и за результативную переменную $R_{he,i}^{bas}$ ($i = 1 \dots 12$) на основе статистической обработки данных по малому объему выборки ($N = 12$) получим математическую модель $R_{he}^{bas}(k_e)$ в виде уравнения линейной регрессии:

$$R_{he}^{bas}(k_e) = 1,03 + 1,55k_e \quad (4)$$

Полученный коэффициент корреляции $r = 0,966$ свидетельствует о весьма тесной связи между факторной и результативной переменной по шкале Чэддока. При этом относительные ошибки на узлах колеблются от $-7,2$ до $5,3$ % при допустимом значении ± 10 %. Таким образом, построенная математическая модель в целом адекватна, и выводы, полученные по результатам малой выборки, можно с вероятностью 0,95 распространить на всю гипотетическую генеральную совокупность.

График зависимости $R_{he}^{bas}(k_e)$ приведен на рис. 1 (сплошная линия). Маркерами показаны узлы, взятые из табл. 1.

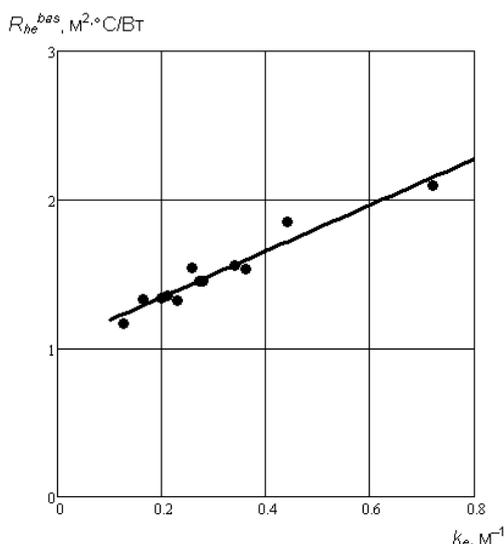


Рис. 1. График зависимости $R_{he}^{bas}(k_e)$

Выражение (4), определяющее базовое сопротивление теплопередаче оболочки здания в зависимости от показателя компактности, удобно для практического применения. Оно позволяет определить минимально допустимый уровень теплозащиты оболочки при заданной форме здания.

Рассмотрим три модельных здания различной формы: 1 — «башня» $20 \times 20 \times 40(h)$ м³; 2 — «труба» $10 \times 40 \times 20$ м³; 3 — «пластина» $10 \times 10 \times 6$ м³. Коэффициент остекленности фасадов зданий во всех случаях одинаковый и равен 0,25. Для указанных зданий значения приведенного сопротивления теплопередаче покрытия и перекрытия над техподпольем приняты согласно табл. 4 СНиП 23–02–2003 (с поправкой на положение ограждающей конструкции относительно внутреннего и наружного воздуха). Приведенное сопротивление теплопередаче светопрозрачных ограждающих конструкций задано из конструктивных соображений и равно 0,5 м²·°C/Вт. Показатель компактности здания определен на основе заданных геометрических характеристик. Базовое сопротивление теплопередаче оболочки вычислено по формуле (4) в зависимости от показателя компактности здания. Минимально допустимое приведенное сопротивление теплопередаче наружных стен вычислено на основе формулы (3) при базовом сопротивлении теплопередаче оболочки и заданных параметрах для других ограждающих конструкций оболочки.

Результаты расчета приведены в таблице 2.

Таблица 2. Результаты расчета показателей для модельных зданий

Наименование показателя	Обозначение, ед. изм.	Значение показателя для здания		
		1	2	3
Показатель компактности здания	$K_e, \text{м}^{-1}$	0,25	0,35	0,73
Базовое сопротивление теплопередаче оболочки здания	$R_{he}^{bas}, \text{м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт}$	1,42	1,57	2,16
Минимально допустимое приведенное сопротивление теплопередаче наружных стен	$R_{h1}^{min}, \text{м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт}$	2,25	2,37	3,92
Нормируемое сопротивление теплопередаче наружных стен	$R_{req}, \text{м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт}$	2,79	2,79	2,79
Отношение R_{h1}^{min} к R_{req}		0,81	0,85	1,4

В таблице 2 нормируемое сопротивление теплопередаче наружных стен R_{req} определено согласно поэлементным нормам, приведенным в таблице 4 СНиП 23–02–2003, и для всех зданий одинаково. Из табл. 2 видно, что форма здания оказывает влияние на уровень теплозащиты как наружных стен, так и оболочки здания в целом. Усложнение формы здания (повышение показателя компактности) требует более высокого уровня теплозащиты наружных стен. Для «башни» минимально допустимое сопротивление теплопередаче наружных стен близко к экономически целесообразному, определенному по методике В.Г. Гагарина и В.В. Козлова [7]. Для малоэтажного здания типа «пластина» требуется более высокий уровень теплозащиты наружных стен. Полученные результаты хорошо согласуются с концепцией проектирования пассивных домов [6], согласно которой малоэтажные дома требуют более высокого уровня теплозащиты оболочки. В то же время, компактная форма здания позволяет обоснованно снизить уровень его теплозащиты. Таким образом, проектирование зданий компактной формы имеет высокий потенциал энергосбережения.

Результаты исследований для модельных зданий использованы в реальном проектировании.

Жилое 23-этажное здание имеет круглую форму в плане с силуэтным завершением фасада (рис. 2). Разработчик проекта ООО «Универсалпроект», теплоэнергетическое сопровождение проекта выполнено автором [23]. Пункт строительства — г. Волгоград. Конструктивная схема здания каркасная, с монолитным железобетонным каркасом. Наружные стены кирпичные трехслойные с эффективным утеплителем и поэтажным опиранием на перекрытия. Окна и балконные двери — в виде двухкамерных стеклопакетов в деревянных переплетах. Покрытие, перекрытия теплого чердака и над техподпольем имеют эффективный утеплитель. Здание имеет автономное теплоснабжение и естественную вентиляцию.

Показатель компактности здания $K_e = 0,165 \text{ м}^{-1}$. Базовое сопротивление теплопередаче оболочки здания по формуле (4) $R_{he}^{bas} = 1,29 \text{ м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт}$. Суммарная площадь оболочки здания — 11448 м², в том

числе: наружных стен — 7300 м², светопрозрачных ограждающих конструкций — 2324 м², покрытия — 912 м², перекрытия над подвалом — 912 м². Расчетное приведенное сопротивление теплопередаче ограждающих конструкций: наружных стен — 2,32 м²·°C/Вт, светопрозрачных ограждающих конструкций — 0,68 м²·°C/Вт, покрытия — 4,64 м²·°C/Вт, перекрытия над подвалом — 6,13 м²·°C/Вт. По формуле (3) расчетное приведенное сопротивление теплопередаче оболочки здания $R_{he}^{des} = 1,66 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$.



Рис. 2. Общий вид здания (трехмерная модель)

Сравнивая значения R_{he}^{des} и R_{he}^{bas} , можно отметить, что условие (2) выполняется с большим запасом (+28,7 %). Поэтому в данном случае можно обоснованно понизить уровень теплозащиты оболочки. Элементарный расчет, выполненный по базовому варианту, дает следующие значения минимально допустимого приведенного сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций: наружных стен — 1,81 м²·°C/Вт, светопрозрачных ограждающих конструкций — 0,53 м²·°C/Вт, покрытия — 3,63 м²·°C/Вт, перекрытия над подвалом — 4,79 м²·°C/Вт.

В таблице 3 приведены результаты по двум вариантам расчета: 1 — проектному (расчетному); 2 — минимально допустимому (базовому).

Таблица 3. Приведенное сопротивление теплопередаче ограждающих конструкций и оболочки здания по вариантам расчета

Наименование показателя	Значение показателя, м ² ·°C/Вт, по вариантам расчета	
	1	2
Приведенное сопротивление теплопередаче оболочки здания	1,66	1,29
Приведенное сопротивление теплопередаче ограждающих конструкций:		
-наружных стен	2,32	1,81

Наименование показателя	Значение показателя, $\text{м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт}$, по вариантам расчета	
	1	2
-светопрозрачных ограждающих конструкций	0,68	0,53
-покрытия	4,64	3,63
-перекрытия над подвалом	6,13	4,79

Более низкий уровень теплозащиты для указанного здания, полученный по базовому варианту, является легко реализуемым на практике. Таким образом, применение эффективной формы здания позволяет обоснованно снизить уровень теплозащиты ограждающих конструкций оболочки.

Предлагаемая методика оценки теплозащиты на основе приведенного сопротивления теплопередаче оболочки здания хорошо согласуется с концепцией здания с эффективным использованием энергии [1].

4. Выводы

По результатам проведенных исследований сформулированы следующие основные выводы:

1. Определен критерий теплозащиты оболочки здания на основе базового сопротивления теплопередаче оболочки.
2. По результатам статистической обработки данных получена зависимость базового сопротивления теплопередаче оболочки здания от показателя компактности здания, позволяющая определить минимально допустимый уровень теплозащиты оболочки при заданной форме здания.
3. На основе разработанной методики показано, что уровень теплозащиты здания зависит от его формы. Усложнение формы здания требует более высокого уровня его теплозащиты. Проектирование зданий компактной формы позволяет обоснованно снизить уровень теплозащиты здания и имеет высокий потенциал энергосбережения.

Литература

1. Богословский В. Н. Три аспекта концепции ЗЭИЭ и особенности переходного периода // Проблемы строительной теплофизики и энергосбережения в зданиях: сб. докл. науч.-практ. конф.: [в 3-х т.]. М.: НИИСФ РААСН, 1997. Т.1. С. 7—9.
2. Табунщиков Ю. А. Лицом к проблеме энергосбережения // Архитектура и строительство Москвы. 2010. Т. 554. № 6. С. 2—13.
3. Савин В. К. Строительная физика. Энергоэкономика. М.: Лазурь, 2011. 418 с.
4. Гагарин В. Г. Макроэкономические аспекты обоснования энергосберегающих мероприятий при повышении теплозащиты ограждающих конструкций зданий // Строительные материалы. 2010. № 3. С. 8—16.
5. Гертис К. Здания XXI века — здания с нулевым потреблением энергии // Энергосбережение. 2007. № 3. С. 36-47.
6. Файст В. Основные положения по проектированию пассивных домов. М.: Издательство АСВ, 2012. 144 с.
7. Гагарин В. Г., Козлов В. В. Требования к теплозащите и энергетической эффективности в проекте актуализированного СНиП «Тепловая защита зданий» // Жилищное строительство. 2011. № 8. С. 2—6.
8. Беляев В. С., Граник Ю. Г., Матросов Ю. А. Энергоэффективность и теплозащита зданий. М.: Издательство АСВ, 2012. 400 с.
9. Самарин О. Д. Теплофизика. Энергосбережение. Энергоэффективность. М.: Издательство АСВ, 2009. 296 с.
10. Влияние уровня тепловой защиты ограждающих конструкций на величину потерь тепловой энергии в здании / Ватин Н. И., Немова Д. В., Рымкевич П. П., Горшков А. С. // Инженерно-строительный журнал. 2012. №8(34). С. 4—14.
11. H. Orr, J. Wang, D. Fetsch, R. Dumont. Technical note: Airtightness of older-generation energy-efficient houses in Saskatoon // Journal of Building Physics. 2013. Vol. 36. Pp. 294—307.

12. Thermal performance of an insulated roof with reflective insulation: Field tests under hot climatic conditions / D'Orazio M., Perna C. Di., Giuseppe E. Di., Morodo M.. // Journal of Building Physics. 2013. Vol. 36. Pp. 229—246.
13. Asadi S, Hassan M. M., Beheshti A. Performance evaluation of an attic radiant barrier system using three-dimensional transient finite element method // Journal of Building Physics. 2013. Vol. 36. Pp. 247—264.
14. Блази В. Справочник проектировщика. Строительная физика. М.: Техносфера, 2012. 616 с.
15. Cheng Y., Nin J., Gao N. Thermal comfort models: A review and numerical investigation // Building and Environment. 2012. Vol. 47. P. 13—22.
16. Tenpieric M., Van der Spoel W., Cauberg H. An analytical model for calculating thermal bridge effects in high performance building enclosure // Journal of Building Physics. 2008. 31. P. 361—387.
17. Alajmi A. Energy audit of an educational building in a hot summer climate // Energy and Buildings. 2012. Vol. 47. P. 122—130.
18. Корниенко С. В. Повышение энергоэффективности зданий за счет снижения теплопотерь в краевых зонах ограждающих конструкций / Научное издание. Волгоград: ВолгГАСУ, 2011. 108 с. (ISBN 978–5–98276–420–1).
19. Корниенко С. В. Оценка энергоэффективности с учетом влияния краевых зон ограждающих конструкций на теплопотери здания // Вестник МГСУ. 2011. № 7. С. 167—173.
20. Корниенко С. В. Оценка влияния краевых зон ограждающих конструкций на теплозащиту и энергоэффективность зданий // Инженерно-строительный журнал. 2011. № 8(26). С. 5—12.
21. Корниенко С. В. Оценка энергоэффективности жилого здания по результатам энергоаудита // Жилищное строительство. 2012. № 6. С. 19—22.
22. Корниенко С. В. Комплексная оценка теплозащиты ограждающих конструкций оболочки здания // Инженерно-строительный журнал. 2012. № 7 (33). С. 43—49.
23. Проект многоэтажного жилого дома со встроенными помещениями и подземной автостоянкой по ул. Новороссийской МКР 102 Центрального района г. Волгограда: Раздел «Энергоэффективность» / Разработчик С. В. Корниенко. Волгоград: ООО «Универсал проект», 2006.

References

1. Bogoslovskiy V.N. Tri aspekta kontseptsii ZELE i osobennosti perekhodnogo perioda // Problemy stroitelnoy teplofiziki i energosberezheniya v zdaniyakh: sb. dokl. nauch.-prakt. konf.: [v 3-kh t.]. M.: NIISF RAASN, 1997. T.1. S. 7—9. (rus)
2. Tabunshchikov Yu.A. Litsom k probleme energosberezheniya // Arkhitektura i stroitelstvo Moskvy. 2010. T. 554. № 6. S. 2—13. (S prilozheniyem V.G. Gagarina «O knige V.A. Sokolskogo «Printsipy ekonomichnosti i ikh vyrazheniye v sovremennom stroitelstve»). (rus)
3. Savin V.K. Stroitel'naya fizika. Energoekonomika. M.: Lazur, 2011. 418 s. (rus)
4. Gagarin V.G. Makroekonomicheskiye aspekty obosnovaniya energosberegayushchikh meropriyatiy pri povyshenii teplozashchity ograzhdayushchikh konstruktсий zdaniy // Stroitelnyye materialy. 2010. № 3. S. 8—16. (rus)
5. Gertis K. Zdaniya XXI veka — zdaniya s nulevym potrebleniyem energii // Energosberezheniye. 2007. № 3. (rus)
6. Fayst V. Osnovnyye polozheniya po proyektirovaniyu passivnykh domov. M.: Izdatelstvo ASV, 2012. 144 s. (rus)
7. Gagarin V.G., Kozlov V.V. Trebovaniya k teplozashchite i energeticheskoy effektivnosti v projekte aktualizirovannogo SNiP «Teplovaya zashchita zdaniy» // Zhilishchnoye stroitelstvo. 2011. № 8. S. 2—6. (rus)
8. Belyayev V.S., Granik Yu.G., Matrosov Yu.A. Energoeffektivnost i teplozashchita zdaniy. M.: Izdatelstvo ASV, 2012. 400 s. (rus)
9. Samarin O.D. Teplofizika. Energosberezheniye. Energoeffektivnost. M.: Izdatelstvo ASV, 2009. 296 s. (rus)
10. Vatin N.I., Nemova D.V., Rymkevich P.P., Gorshkov A.S. Vliyaniye urovnya teplovoy zashchity ograzhdayushchikh konstruktсий na velichinu poter teplovoy energii v zdanii // Inzhenerno-stroitelnyy zhurnal. 2012. №8(34). S. 4—14. (rus)
11. H. Orr, J. Wang, D. Fetsch, R. Dumont. Technical note: Airtightness of older-generation energy-efficient houses in Saskatoon // Journal of Building Physics. 2013. Vol. 36. Pp. 294—307.
12. Thermal performance of an insulated roof with reflective insulation: Field tests under hot climatic conditions / D'Orazio M., Perna C. Di., Giuseppe E. Di., Morodo M.. // Journal of Building Physics. 2013. Vol. 36. Pp. 229—246.

13. Asadi S, Hassan M. M., Beheshti A. Performance evaluation of an attic radiant barrier system using three-dimensional transient finite element method // Journal of Building Physics. 2013. Vol. 36. Pp. 247—264.
14. Blazi V. *Spravochnik proyektirovshchika. Stroitel'naya fizika. M.: Tekhnosfera, 2012. 616 s. (rus)*
15. Cheng Y., Nin J., Gao N. Thermal comfort models: A review and numerical investigation // Building and Environment. 2012. Vol. 47. P. 13—22.
16. Tenpieric M., Van der Spoel W., Cauberg H. An analytical model for calculating thermal bridge effects in high performance building enclosure // Journal of Building Physics. 2008. 31. P. 361—387.
17. Alajmi A. Energy audit of an educational building in a hot summer climate // Energy and Buildings. 2012. Vol. 47. P. 122—130.
18. Korniyenko S.V. *Povysheniye energoeffektivnosti zdaniy za schet snizheniya teplopoter v krayevykh zonakh ograzhdayushchikh konstruktsiy / Nauchnoye izdaniye. Volgograd: VolgGASU, 2011. 108 s. (ISBN 978–5–98276–420–1). (rus)*
19. Korniyenko S.V. *Otsenka energoeffektivnosti s uchetom vliyaniya krayevykh zon ograzhdayushchikh konstruktsiy na teplopoteru zdaniya // Vestnik MGSU. 2011. № 7. S. 167—173. (rus)*
20. Korniyenko S.V. *Otsenka vliyaniya krayevykh zon ograzhdayushchikh konstruktsiy na teplozashchitu i energoeffektivnost zdaniy // Inzhenerno-stroitelnyy zhurnal. 2011. № 8(26). S. 5—12. (rus)*
21. Korniyenko S.V. *Otsenka energoeffektivnosti zhilogo zdaniya po rezultatam energoaudita // Zhilishchnoye stroitelstvo. 2012. № 6. S. 19—22. (rus)*
22. Korniyenko S.V. *Kompleksnaya otsenka teplozashchity ograzhdayushchikh konstruktsiy obolochki zdaniya // Inzhener-no-stroitelnyy zhurnal. 2012. № 7 (33). S. 43—49. (rus)*
23. *Proyekt mnogoetazhnogo zhilogo doma so vstroyennymi pomeshcheniyami i podzemnoy avtostoyankoy po ul. No-vorossiyskoy MKR 102 Tsentralnogo rayona g. Volgograda: Razdel «Energoeffektivnost» / Razrabotchik S.V. Kor-niyenko. Volgograd: OOO «Universal proyekt», 2006. (rus)*