

УДК 620.98

*С.Г. Абрамян, О.В. Рыбакова\*, Т.А. Матвийчук*ИАиС ВолГТУ,  
\*Средняя общеобразовательная школа "Поколение"**ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ  
ОБЕСПЕЧЕНИЯ  
ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ  
ЭФФЕКТИВНОСТИ ЗДАНИЙ  
И СООРУЖЕНИЙ**

**Аннотация.** В статье сделан обзор зарубежной и отечественной научной литературы. Подчеркнуто, что вопросы обеспечения энергоэффективности зданий и сооружений актуальны во всех странах, их решение необходимо не только при реконструкции старых зданий, но и при возведении новых. Рассмотрены основные направления обеспечения энергетической эффективности зданий и сооружений, применяемые в некоторых зарубежных странах. Выявлено, что исследования, как правило, связаны с поиском новых теплоизоляционных материалов, при этом пенополистирольная изоляция в ряде зарубежных стран является основным видом теплоизоляции стен. Вместе с тем отмечается, что идут поиски решений по оптимизации конструкции ограждающих стен не только по толщине самого утеплителя, но и по количеству слоев и очередности их устройства в конструкции стены.

**Ключевые слова:** теплоизоляционные материалы, ограждающие конструкции, тепловые потери, антиизоляция, термическое обновление, возобновляемые источники энергии

DOI: 10.22227/2305-5502.2017.2.4

При реконструкции зданий и сооружений, кроме работ по повышению несущей способности конструктивных элементов, часто требуется повышение теплоизоляционных характеристик ограждающих конструкций. Особо актуальное значение оно имеет для зданий и сооружений, построенных с 1948 по 1998 гг. [1–3]. Хотя авторы работ [1, 2] подчеркивают, что это проблема особенно остра для стран Восточной Европы, анализ зарубежных публикаций [4–13] показывает, что география стран, занимающихся поиском технологий создания энергоэффективных зданий в процессе реконструкции и строительства, обширна. В статье [8] отмечается, что не только старые, но и относительно но-

*S.G. Abramyan, O.V. Rybakova\*, T.A. Matviichuk*IACE VSTU,  
\*Secondary General School "Pokolenie"**KEY ASPECTS OF ENSURING ENERGY  
EFFICIENCY OF BUILDINGS  
AND STRUCTURES**

**Abstract.** The paper is based on the review of the foreign and national academic literature and intended to emphasize the issues of ensuring energy efficiency of buildings and structures applicable to all the countries as for reconstruction of existing buildings as for erection of new ones. The author highlights the key aspects of the provision of energy efficiency of buildings and structures in some foreign countries. The conclusion is made that the studies are mainly aimed at discovering new heat insulation materials, whereby polystyrene insulation is found to be the most widespread wall insulation material in a number of countries. At the same time, it is observed that the ongoing research is focused on solutions to optimize the structure of walling systems in terms of both insulant thickness and the number and sequence of insulation layers in the walling structure. A conclusion is made that hyper insulation of external walls leads to considerable expenses arising due to cooling during the summer season. The use of prefabricated vacuum panels as a heat insulation layer and off-the-shelf single-layer structures, subject to their heat insulation characteristics, appears a more constructive way to meet the energy efficiency requirements, as the arrangement of ideal air space in multilayered walls proves a significant challenge today. One of the most promising ways to ensure energy efficiency is the use of multifunctional polyvalent walls and provision of polyvalent heat supply from renewable energy sources. Since energy efficiency depends on the spatial arrangement of buildings, construction must ensure a minimum ratio of the area of enclosing structures to the overall building volume (by adding on new facilities in case of reconstruction). It is noted that a systemic approach to ensuring energy efficiency of buildings is impossible without proper regard to the environmental parameters of heat insulation materials.

**Key words:** heat insulation materials, walling systems, heat losses, anti-insulation, thermal renovation, renewable energy sources

DOI: 10.22227/2305-5502.2017.2.4

Reconstruction of building and structures, apart from enhancing the load-bearing capacity of structural units, is often targeted at improving the heat insulation characteristics of enclosing structures. This is especially critical for buildings and structures built from 1948 to 1998 [1–3]. Although the authors of the papers [1, 2] underline that this problem is of supreme concern for the Eastern European countries, the analysis of foreign publications [4–13] shows that the geography of countries, searching for new technologies for energy efficient buildings in the process of construction and reconstruction, is rather extensive. The paper [8]

вые здания (построенные после 1990-х гг.) также не отвечают требованиям энергоэффективности. Кроме этого, авторы обращают внимание на то, что при выборе теплоизоляционных материалов для вертикальных ограждающих конструкций необходимо учитывать их экологические характеристики, так как с течением времени такие конструкции отрицательно влияют на окружающую среду. Результаты исследований [8] пенополистирольной изоляции стен и кровли стали основой для разработки новой методологии сравнительного анализа из различных вариантов тепловой изоляции зданий, их функциональных возможностей в долгосрочной перспективе, с целью получения экологически чистых продуктов, т.е. зданий и сооружений.

Выбор теплоизоляционного материала — это не рядовая задача обеспечения энергоэффективности зданий, здесь необходим научный подход, так как часто создание теплоизоляционной оболочки строительных систем приводит к антиизоляционному эффекту [6, 7], сущность которого заключается в том, что предотвращение потери теплоты через стены с другой стороны требует огромных расходов, связанных с внедрением энергоемкого оборудования для удаления тепловой нагрузки внутри помещения, т.е. охлаждения здания или сооружения.

Авторы работ [4, 6, 7] подчеркивают, что эффект антиизоляции зависит от конструктивных особенностей ограждающей стены и климатических условий местности. Конечно, для российских реалий это не новость, потому что, согласно действующим нормативным документам, при определении толщины утеплителя многослойных конструкций стен всегда учитывается климатическая зона<sup>1</sup>. Проблема отрицательного влияния гиперизоляции, в дальнейшем приводящей к огромным расходам энергии на охлаждение зданий, также освещается в работе [11].

Авторы статьи [4] утверждают, что требованиям энергоэффективности отвечают здания, у которых толщина утеплителя определяется с учетом солнечной инсоляции. Например, для климатических условий Марракеша (Марокко) было смоделировано здание, у которого были утеплены сориентированные на восток и запад наружные стены, а две другие были без утепления. В результате исследования выяснилось, что при подобном подходе расходы на отопление сокращаются на 13 %, а на охлаждение до-

states that not only old buildings, but also relatively new ones (built after the 1990s) fail to comply with the energy efficiency requirements. Moreover, the authors point out that during the selection of heat insulation materials for vertical enclosing structures their environmental properties should be taken into account as over time these structures may have a negative impact on the environment. The studies [ditto] of wall and roof insulation solutions based on polystyrene foam have become the basis for the new methodology featuring “comparative analysis of building insulation options and their long-term functional capabilities in creating environmentally friendly products”, i.e. buildings and structures.

The selection of a heat insulation material is not a routine task of providing energy efficiency of buildings, it requires a scientific approach, since the creation of a heat insulation envelope of construction systems often leads to an “anti-insulation effect” [6, 7] in that the prevention of heat loss through walls also requires enormous expenses due to incorporating energy efficient equipment in order to “release indoor heat load”, i.e. to cool building or structure. The authors [4, 6, 7] emphasize that an anti-insulation effect depends on the structural specific features of an enclosing wall and the climatic conditions of a construction area. This is obviously no news for the Russian construction industry, because the climatic zone is always taken into consideration when deciding upon the thickness of the insulation layer in multilayered walls in compliance with the effective regulatory documents<sup>1</sup>. The issue of negative effects of “hyperinsulation” that further leads to energy overconsumption with the purpose of building cooling is also discussed in the paper [11].

The authors of the paper [4] state that the energy efficiency requirements are met in buildings if the thickness of an insulation layer is estimated subject to solar insolation effects. For example, given the climatic conditions of Marrakech (Morocco), a building was simulated with the two external walls, facing east and west, heat insulated and the other two walls non-insulated.

<sup>1</sup> СП 50.13330.2012. Тепловая защита зданий.  
SP 50.13330.2012. Thermal Performance

ма — на 5 %. Кроме того, при соответствующей теплоизоляции крыши увеличивается экономия энергии на отопление и охлаждение дома соответственно на 26 и 40 %, а иногда и до 60...70 % при применении полистирольной изоляции [5, 14]. На наш взгляд, такой подход возможен в странах с умеренным климатом.

В исследовании [14] с учетом пространственных и временных координат зданий предлагается инновационный метод снижения теплотерь за счет многослойных ограждающих конструкций

Эффективная стратегия термического обновления старых зданий, которая авторами данной статьи называется энергоэффективной реконструкцией [3, 16], на примере строительных систем Северной Европы с кирпичными стенами толщиной 340 мм исследована в работе [1]. С помощью численного моделирования в зависимости от применяемых теплоизоляционных материалов авторами определена необходимая толщина утепления ограждающих конструкций, которая далее была подтверждена экспериментально. В работах [17, 18] отмечается, что тепловые потери через ограждающие конструкции зависят не только от характеристик применяемых утеплителей, их толщины, но и от количества слоев ограждающих наружных стен и их очередности в конструкции стены.

В статье [19] описаны преимущества и недостатки теплоизоляции наружных ограждающих конструкций с внешней и внутренней стороны и подчеркнута, что организация замкнутой воздушной прослойки в конструкции стены между утеплителем и стеной, утеплителем и наружной облицовкой позволяет повысить теплозащиту. В связи с тем, что создание идеальной воздушной прослойки — сложная задача (необходимо понять, какой должна быть оптимальная толщина воздушной прослойки и как близко она должна быть расположена к внутренней поверхности стены), авторы считают, что рационально использовать однослойные стеновые изделия (с учетом теплотехнических требований), так как в этом случае значительно упрощается технология утепления. Отметим, что также повышается технологичность выполнения работ. С точки зрения технологичности выполнения работ подходит и применение готовых вакуумных теплоизоляционных панелей [20].

Поливалентная многослойная наружная стена, впервые предложенная в 1981 г. Майком Дэвисом, описанная как стеклянная оболочка

The study shows that this approach enables reduction of heating costs by 13 %, and cooling costs by 5 %. Additionally, appropriate heat insulation of the roof helps to improve energy savings on heating and cooling of the house by 26 % and 40 %, respectively, and even by 60–70 % in case of application of polystyrene insulation [5, 14]. In our view, this approach is feasible in countries with moderate climate.

The study [14], considering the “spatial and time coordinates” of buildings, suggests an innovative method for reducing heat losses through the use of multilayered enclosing structures.

The “efficient strategy of thermal renovation” of existing buildings, which the authors of this paper call “energy efficient reconstruction” [3, 16], shown by the example of construction systems in Northern Europe with 340 mm brick walls, is the focus of the research [1]. Using numerical simulation, depending on the use of specific heat insulation materials, the authors have estimated the proper thickness of a wall insulation layer and proven it by experiments. The studies [17, 18] highlight that heat losses through enclosing structures depend not only on the properties and thickness of insulation materials, but also on the number of layers and their sequence in external walls. In [19] the authors describe the benefits and drawbacks of external and internal insulation of enclosures and point out that “the arrangement of closed air cavity in the wall structure” between the insulation layer and the wall, and between the insulation layer and the outer cladding allows enhancing heat conservation. As the arrangement of ideal air cavity is a significant challenge (it is critical to determine the optimal thickness of air cavity and how close it should be placed to the inner surface of the wall), the authors see a rational solution in using single-layer walls (subject to the heat engineering requirements), as this facilitates simplifying the heat insulation technology immensely. On the other hand it is noted to increase the technological input of the works. Another suitable solution from the technological input perspective is the use of prefabricated vacuum insulation panels [20].

A polyvalent multilayered external wall, first designed in 1981 by Mike Davis, as a glass envelope of a building facade

фасадов зданий, активно реагирующая на изменение условий окружающей среды, по мнению авторов работы [21], является основным элементом обеспечения энергетической эффективности зданий, так как предложенная авторами конструкция наружной стены играет многофункциональную роль.

Идея применения возобновляемых источников энергии для сохранения экологической безопасности природно-техногенных систем не новая, она всегда будет актуальной с точки зрения обеспечения энергоэффективности зданий и сооружений [22]. В статье [23] подчеркивается, что для строительства малоэтажных зданий в сельской местности холодных районов Китая необходимо создать гибридную систему энергоснабжения с учетом теплоизолирующих характеристик наружных стен. В предложенной авторами системе основная доля (примерно 65 %) приходится на использование накопленной солнечной энергии.

Концепция создания поливалентной системы теплообеспечения строительных систем с учетом использования возобновляемых источников энергии рассмотрена в работе [24].

Энергетическая эффективность зависит также от объемно-планировочных решений зданий. Так, для северных районов характерно возведение зданий с криволинейными ограждающими конструкциями или зданий куполообразной формы. Нахождение оптимального соотношения между площадью ограждающих конструкций здания и его объемом является одним из направлений снижения потери теплоты. Согласно расчетам американского архитектора Ральфа Ноулза, чем меньше это соотношение, тем меньше здание подвергается климатическим влияниям [25].

Подчеркнем, что в рамках других направлений обеспечить энергетическую эффективность зданий и сооружений без замены старых инженерных систем в существующих зданиях или без устройства сетей во вновь возводимых, отвечающих современным требованиям ресурсосбережения, не представляется возможным [25–28].

В заключение отметим, что с точки зрения материаловедения современный рынок теплоизоляционных материалов огромен, но в настоящее время нет четкой классификации этих материалов по экологическим критериям. Анализ вышеприведенных статей показывает, что не всегда при выборе необходимого теплоизоляционного материала учитывается его экологичность. Однако системный подход к обеспече-

which actively “responds to changes in the ambient conditions”, is considered by the authors of [21] a major premise for ensuring energy efficiency of buildings, as the design of the external wall suggested by the authors is meant to be multifunctional.

The idea of using renewable energy sources to maintain safety of natural and man-made systems is not new and is bound to remain prospective in terms of energy efficiency of buildings and structures [22]. The paper [23] points out that the construction of low-rise buildings in rural areas in the cold regions of China requires the creation of a hybrid power supply system complying with the heat insulation characteristics of external walls. The authors suggested that system places a primary emphasis (about 65 %) on the utilization of accumulated solar energy.

The concept of polyvalent heat supply for construction systems using renewable energy sources is researched in the paper [24].

Energy efficiency also depends on the space-planning concepts of buildings. Thus, for the northern areas it's typical to erect buildings with nonlinear enclosing structures or dome-like shapes. Finding an optimal ratio of the area of a building envelope and the volume of a building is one of the aspects of reducing heat losses. According to the calculations presented by the American architect Ralf Noles, the lower this ratio, means the less a building “is exposed to climatic effects” [25].

An important point to be made is that the use of other methods does not ensure energy efficiency of buildings and structures without replacement of old utility systems in the existing buildings or installation of required utilities in new buildings so as to meet the contemporary requirements for cost-effective use of resources [25–28].

To sum up, it should be mentioned that modern market of thermal insulation materials is enormous and well supplied, however it lacks a classification of available materials based on environmental criteria. The analysis of the papers presented above shows that the environmental properties of materials are not always taken into consideration when choosing a heat insulation option. However, a systematic approach to ensure energy efficiency of buildings

нию энергетической эффективности зданий без учета экологических параметров применяемых материалов на разных стадиях жизненного цикла здания невозможен, поскольку некоторые из таких материалов со временем не только теряют свои теплоизоляционные характеристики, но и выделяют канцерогенные вещества.

seems impossible without proper regard for the environmental properties of building materials throughout various building lifecycle stages, assuming that some materials not only lose their insulation properties during their exploitation period, but also start emitting cancer-causing substances.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. *Sassine E., Younsi Z., Cherif Y., Antczak E.* Frequency domain regression method to predict thermal behavior of brick wall of existing buildings // *Applied Thermal Engineering*. 2017. Vol. 114. Pp. 24–35.
2. *Ilomets S., Kuusk K., Paap L. et al.* Impact of Linear Thermal Bridges on Thermal Transmittance of Renovated Apartment Buildings // *Journal of Civil Engineering and Management*. 2017. Vol. 23. Issue 1. Pp. 96–104.
3. *Абрамян С.Г., Матвийчук Т.А.* Обеспечение энергоэффективности зданий за счет применения нового теплоизоляционного материала — пенокомпозита // *Инженерный вестник Дона*. 2017. № 2. Режим доступа: <http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/N2y2017/4097>.
4. *Sobhy I., Brakez A., Benhamou B.* Analysis for thermal behavior and energy savings of a semi-detached house with different insulation strategies in a hot semi-arid climate // *Journal of Green Building*. 2017. Vol. 12. Issue 1. Pp. 78–106.
5. *Derradji L., Imessad K., Amara M., Errebai F.B.* A study on residential energy requirement and the effect of the glazing on the optimum insulation thickness // *Applied Thermal Engineering*. 2017. Vol. 112. Pp. 975–985.
6. *Friess W.A., Rakhshan K., Davis M.P.* A global survey of adverse energetic effects of increased wall insulation in office buildings: degree day and climate zone indicators // *Energy Efficiency*. 2017. Vol. 10. Issue 1. Pp. 97–116.
7. *Zhang L.Y., Jin L.W., Wang Z.N. et al.* Effects of wall configuration on building energy performance subject to different climatic zones of China // *Applied Energy*. 2017. Vol. 185 (Part 2). Pp. 1565–1573.
8. *Mitterpach J., Hroncova E., Ladomersky J., Stefko J.* Quantification of improvement in environmental quality for old residential buildings using life cycle assessment // *Sustainability*. 2016. Vol. 8. Issue 12. Article number 1303.
9. *Dylewski R., Adamczyk J.* The environmental impacts of thermal insulation of buildings including the categories of damage: A Polish case study // *Journal of Cleaner Production*. 2016. Vol. 137. Pp. 878–887.
10. *Dylewski R., Adamczyk J.* Study on ecological cost-effectiveness for the thermal insulation of building external vertical walls in

#### REFERENCES

1. *Sassine E., Younsi Z., Cherif Y., Antczak E.* Frequency Domain Regression Method to Predict Thermal Behavior of Brick Wall of Existing Buildings. *Applied Thermal Engineering*. 2017, vol. 114, pp. 24–35. DOI: 10.1016/j.applthermaleng.2016.11.134.
2. *Ilomets S., Kuusk K., Paap L. et al.* Impact of Linear Thermal Bridges on Thermal Transmittance of Renovated Apartment Buildings. *Journal of Civil Engineering and Management*. 2017, vol. 23, issue 1, pp. 96–104. DOI: 10.3846/13923730.2014.976259.
3. *Abramyan S.G., Matviychuk T.A.* Obespechenie energoeffektivnosti zdaniy za schet primeneniya novogo teploizolyatsionnogo materiala — penokompozita [Ensuring Energy Efficiency of Buildings Through the Use of Composite Foam as a New Thermal Insulation Material]. *Inzhenernyy vestnik Dona* [Engineering Journal of Don]. 2017, no. 2. Available at: [ivdon.ru/ru/magazine/archive/N2y2017/4097](http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/N2y2017/4097). (In Russian)
4. *Sobhy I., Brakez A., Benhamou B.* Analysis for Thermal Behavior and Energy Savings of a Semi-Detached House with Different Insulation Strategies in a Hot Semi-Arid Climate. *Journal of Green Building*. 2017, vol. 12, issue 1, pp. 78–106.
5. *Derradji L., Imessad K., Amara M., Errebai F.B.* A Study on Residential Energy Requirement and the Effect of the Glazing on the Optimum Insulation Thickness. *Applied Thermal Engineering*. 2017, vol. 112, pp. 975–985. DOI: 10.1016/j.applthermaleng.2016.10.116.
6. *Friess W.A., Rakhshan K., Davis M.P.* A Global Survey of Adverse Energetic Effects of Increased Wall Insulation in Office Buildings: Degree Day and Climate Zone Indicators. *Energy Efficiency*. 2017, vol. 10, issue 1, pp. 97–116. DOI: 10.1007/s12053-016-9441-z.
7. *Zhang L.Y., Jin L.W., Wang Z.N. et al.* Effects of Wall Configuration on Building Energy Performance Subject to Different Climatic Zones of China. *Applied Energy*. 2017, vol. 185 (part 2), pp. 1565–1573. SI. DOI: 10.1016/j.apenergy.2015.10.086.
8. *Mitterpach J., Hroncova E., Ladomersky J., Stefko J.* Quantification of Improvement in Environmental Quality for Old Residential Buildings Using Life Cycle Assessment. *Sustainability*. 2016. vol. 8, issue 12, article number 1303. DOI: 10.3390/su8121303.
9. *Dylewski R., Adamczyk J.* The Environmental Impacts of Thermal Insulation of Buildings Including the Categories of Damage: A Polish Case Study. *Journal of Cleaner Production*. 2016, vol. 137, pp. 878–887. DOI: 10.1016/j.jclepro.2016.07.172.
10. *Dylewski R., Adamczyk J.* Study on Ecological Cost-Effectiveness for the Thermal Insulation of Building External Vertical Walls in Poland. *Journal of Cleaner Production*. 2016, vol. 133, pp. 467–478. DOI: 10.1016/j.jclepro.2016.05.155
11. *DE' Rossi F., Marigliano M., Marino C., Minichiello F.* A Technical and Economic Analysis on Optimal Thermal Insulation Thickness for Existing Office Building in Mediterranean Cli-

- Poland // *Journal of Cleaner Production*. 2016. Vol. 133. Pp. 467–478.
11. DE' Rossi F., Marigliano M., Marino C., Minichiello F. A technical and economic analysis on optimal thermal insulation thickness for existing office building in mediterranean climates // *International Journal of Heat and Technology*. 2016. Vol. 34. Pp. S561–S568. SI 2. DOI: 10.18280/ijht.34S251.
  12. Byrne A., Byrne G., O'Donnell G., Robinson A. Case Studies of Cavity and External Wall Insulation Retrofitted under the Irish Home Energy Saving Scheme: Technical Analysis and Occupant Perspectives. *Energy and Buildings*. 2016, vol. 130, pp. 420–433. DOI: 10.1016/j.enbuild.2016.08.027.
  13. Teimourtash S. Wandkonstruktionen im ariden Klima [External Walls in Arid Climates]. *Bauphysik*. 2016, vol. 38, issue 5, pp. 309–316. (In German) DOI: 10.1002/bapi.201610027.
  14. Uygunoglu T., Ozguven S., Calis M. Effect of Plaster Thickness on Performance of External Thermal Insulationcladding Systems (ETICS) in Buildings. *Construction and Building Materials*. 2016, vol. 122, pp. 496–504. DOI: 10.1016/j.conbuildmat.2016.06.128.
  15. Berger J., Mendes N. An Innovative Method for the Design of High Energy Performance Building Envelopes. *Applied Energy*. 2017, vol. 190, pp. 266–277. DOI: 10.1016/j.apenergy.2016.12.119.
  16. Abramyan S.G., Matviychuk T.A. K voprosu ob energeticheskoy effektivnosti zdaniy i sooruzheniy [Regarding Energy Efficiency of Buildings and Structures]. *Inzenernyy vestnik Dona* [Engineering Journal of Don]. 2017, no. 1. Available at: <http://www.ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2017/3993>. (In Russian)
  17. Gori P., Guattari C., Evangelisti L., Asdrubali F. Design Criteria for Improving Insulation Effectiveness of Multilayer Wall. *International Journal of Heat and Mass Transfer*. 2016, vol. 103, pp. 349–359. DOI: 10.1016/j.ijheatmasstransfer.2016.07.077.
  18. Schiavoni S., D'Alessandro F., Bianchi F., Asdrubali F. Insulation Materials for the Building Sector: A Review and Comparative Analysis. *Renewable & Sustainable Energy Reviews*. 2016, vol. 62, pp. 988–1011. DOI: 10.1016/j.rser.2016.05.045.
  19. Matekhina O.V., Osipov Yu.K. Obobshchennaya teoreticheskaya model' teplovoy zashchity zhilykh zdaniy s pomoshch'yu naruzhnykh ograzhdayushchikh konstruksiy [Summary Theoretical Model of Thermal Protection of Residential Buildings with the Use of External Envelops]. *Vestnik Sibirskogo gosudarstvennogo industrial'nogo universiteta* [Bulletin of Siberian State Industrial University]. 2015, no. 1 (11), pp. 50–55. (In Russian)
  20. Zhuk P.M. Znachenie materialov dlya povysheniya energoeffektivnosti zdaniy [Role of Materials in Improving Energy Efficiency of Buildings]. *Energosnabzhenie* [Power supply]. 2016, no. 4, pp. 46–53. Available at: [abok.ru/for\\_spec/articles/32/6426/6426.pdf](http://abok.ru/for_spec/articles/32/6426/6426.pdf). (In Russian)
  21. Figaszewski J., Sokolowska-Moskwiak J. The Concept of Multifunctional Wall — an Energy System Integrated in a Single Wall. *Architecture Civil Engineering Environment*. 2017, vol. 10, issue 1, pp. 5–10.
  22. Abramyan S.G. Environmental Compliance During Construction. *Procedia Engineering*. 2016, vol. 150, pp. 2146–2149. DOI: 10.1016/j.proeng.2016.07.255.
  23. Feng R., Li J.P., Li X.Z. Performance Study of External Wall Insulation and a Hybrid Energy Supply System for a Rural Residential Building. *Journal of Energy Engineering*. 2016, vol. 142, issue 4, article number: 05016003. DOI: 10.1061/(ASCE)EY.1943-7897.0000366.
  24. Basok B.I., Bozhko I.K., Nedbailo A.N., Lysenko O.N. Polivalentnaya sistema teploobespecheniya passivnogo doma na osnove vozobnovlyaemykh istochnikov energii [Polyvalent Heat Supply System of a Net Zero House Based on Renewable Energy Sources] *Inzhenerno-stroitel'nyy zhurnal* [Magazine of Civil Engineering]. 2015, no. 6 (58), pp. 32–43. DOI: 10.5862/MCE.58.4. (In Russian)

Energy Supply System for a Rural Residential Building // Journal of Energy Engineering. 2016. Vol. 142 (Iss.4).

24. Басок Б.И., Божко И.К., Недбайло А.Н., Лысенко О.Н. Поливалентная система теплообеспечения пассивного дома на основе возобновляемых источников энергии // Инженерно-строительный журнал. 2015. № 6 (58). С. 32–43.

25. Бадьин Г.М., Сычев С.А., Павлова Н.А. Влияние качества проектных решений и строительно-монтажных работ на энергоэффективность здания // Мир строительства и недвижимости. 2013. № 47. С. 7–10.

26. Орлов Е.В. Использование системы мгновенного кипячения воды во внутреннем водопроводе жилых зданий с целью энерго- и ресурсосбережения // Вестник МГСУ. 2012. № 4. С. 195–199.

27. Самарин О.Д. Учет неравномерности водопотребления в системах утилизации теплоты вытяжного воздуха на нужды горячего водоснабжения // Вестник МГСУ. 2017. Т. 12. Вып. 3 (102). С. 341–345.

28. Самарин О.Д., Горюнов И.И., Тищенко И.И. Влияние коэффициента передачи регуляторов на энергозатраты в автоматизированных климатических системах // Вестник МГСУ. 2013. № 3. С. 178–186.

Поступила в редакцию в апреле 2017 г.

25. Badin G.M., Sychev S.A., Pavlova N.A. Vliyanie kachestva proektnykh resheniy i stroitel'no-montazhnykh работ na energoeffektivnost' zdaniya [Influence of the Quality of Design Solutions, Construction and Installation Works on Energy Efficiency of a Building]. *Mir stroitel'stva i nedvizhimosti* [Construction and Property World]. 2013, no. 47, pp. 7–10. (In Russian)

26. Orlov E.V. Ispol'zovanie sistemy mgnovennogo kipyacheniya vody vo vnutrennem vodoprovode zhilykh zdaniy s tsel'yu energo- i resursosberezheniya [Application of the Instant Hot Water Dispenser Integrated into the Internal Water Supply System of Residential Buildings as a Method of Saving Power and Other Resources]. *Vestnik MGSU* [Proceedings of Moscow State University of Civil Engineering]. 2012, no. 4, pp. 195–199. (In Russian)

27. Samarin O.D. Uchet neravnomernosti vodopotrebleniya v sistemakh utilizatsii teploty vytyazhnogo vozdukhа na nuzhdy goryachego vodosnabzheniya [Accounting for Nonuniformity of Water Consumption in the Exhaust Air Heat Reclamation Systems for Hot Water Supply]. *Vestnik MGSU* [Proceedings of Moscow State University of Civil Engineering]. 2017, vol. 12, issue 3 (102), pp. 341–345. DOI: 10.22227/1997-0935.2017.3.341-345. (In Russian)

28. Samarin O.D., Goryunov I.I., Tishchenkova I.I. Vliyanie koeffitsienta peredachi regulyatorov na energozatraty v avtomatizirovannykh klimaticheskikh sistemakh [Influence of Coefficient of Transfer of Regulators on Energy Consumption of Automated Climatic Systems]. *Vestnik MGSU* [Proceedings of Moscow State University of Civil Engineering]. 2013, no. 3, pp. 178–186. (In Russian)

Received in April 2017.

Об авторах: **Абрамян Сусанна Грантовна**, кандидат технических наук, доцент, профессор кафедры технологии строительного производства, **Институт архитектуры и строительства, Волгоградский государственный технический университет (ИАиС ВолГТУ)**, 400074, г. Волгоград, ул. Академическая, д. 1, [susannagrants@mail.ru](mailto:susannagrants@mail.ru);

**Рыбакова Ольга Владимировна**, кандидат технических наук, доцент, учитель, **средняя общеобразовательная школа "Поколение"**, 400087, г. Волгоград, ул. Ткачева, д. 7, [rekbd2013@ya.ru](mailto:rekbd2013@ya.ru);

**Матвийчук Татьяна Анатольевна**, магистрант факультета строительства и жилищно-коммунального хозяйства, **Институт архитектуры и строительства, Волгоградский государственный технический университет (ИАиС ВолГТУ)**, 400074, г. Волгоград, ул. Академическая, д. 1, [matvijchuk.tanya@yandex.ru](mailto:matvijchuk.tanya@yandex.ru).

About the authors: **Abramyan Susanna Grantovna**, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Professor Department of Construction Technology, **Institute of Architecture and Civil Engineering of Volgograd State Technical University (IACE VSTU)**, 1 Akademicheskaya str., Volgograd, 400074, Russian Federation; [susannagrants@mail.ru](mailto:susannagrants@mail.ru);

**Rybakova Olga Vladimirovna**, Candidate of Technical Sciences, Teacher, **Secondary General School "Pokolenie"**, 7 Tkachiva str., Volgograd, 400087, Russian Federation; [rekbd2013@yandex.ru](mailto:rekbd2013@yandex.ru);

**Matvijchuk Tatyana Anatolevna**, Graduate Student, Faculty of Construction and Housing and Communal Services, **Institute of Architecture and Civil Engineering of Volgograd State Technical University (IACE VSTU)**, 1 Akademicheskaya str., Volgograd, 400074, Russian Federation; [matvijchuk.tanya@yandex.ru](mailto:matvijchuk.tanya@yandex.ru).

Для цитирования:

Абрамян С.Г., Рыбакова О.В., Матвийчук Т.А. Основные направления обеспечения энергетической эффективности зданий и сооружений // Строительство: наука и образование. 2017. Т. 7. Вып. 1 (23). Ст. 4. Режим доступа: <http://nso-journal.ru>.

For citation:

Abramyan S.G., Rybakova O.V., Matvijchuk T.A. Osnovnye napravleniya obespecheniya energeticheskoy effektivnosti zdaniy i sooruzheniy [Key Aspects of Ensuring Energy Efficiency of Buildings and Structures]. *Stroitel'stvo: nauka i obrazovanie* [Construction: Science and Education]. 2017, vol. 7, issue 2 (23), paper 4. (In Russian) Available at: <http://www.nsojournal.ru>