

АНАЛИЗ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТИ  
СТРОИТЕЛЬСТВА ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОГО ЖИЛОГО ДОМА  
В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ

М.Н. БОГУТСКИЙ<sup>1</sup>, В.В. КАРНЕЙЧИК<sup>2</sup>

<sup>1</sup>студент специальности 1-69 01 01 «Архитектура»

<sup>2</sup>старший преподаватель кафедры «Экономика, организация  
строительства и управление недвижимостью»

Белорусский национальный технический университет  
г. Минск, Республика Беларусь

*Концепция энергосберегающего дома предполагает существенную экономию ресурсов на его обогрев, но в связи с дополнительными затратами на строительство, возникает вопрос целесообразности денежных вложений. На обогрев энергосберегающего дома требуется в три раза меньше тепловой энергии, чем для традиционного, но это не всегда экономически оправдано для конечного потребителя. В работе анализируется экономическая целесообразность для потребителя вложений в строительство энергоэффективного дома.*

Ключевые слова: энергоэффективный дом, энергосбережение, срок окупаемости.

FEASIBILITY STUDY OF CONSTRUCTION OF ENERGY  
EFFICIENT HOUSES IN THE REPUBLIC OF BELARUS

BOGUTSKI M.N.<sup>1</sup>, CARNEICHIK V.V.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>student of the speciality 1-69 01 01 «Architecture»

<sup>2</sup>senior lecturer of the department «Economics, organization of  
construction and real estate management»

Belarusian National Technical University  
Minsk, Republic of Belarus

*The concept of an energy-efficient house implies significant savings in resources for its heating, but due to the additional costs of construction, the question arises of the feasibility of such investments. The heating of an*

*energy-saving house requires three times less heat energy than for a traditional one, but this is not always economically justified for the end user. The paper analyzes the economic feasibility for the consumer of investments in the construction of an energy-efficient house.*

*Key words: an energy-efficient house, energy saving, simple payback period.*

## ВВЕДЕНИЕ

Резервом повышения энергоэффективности экономики Республики Беларусь является жилищный сектор, который является одним из главных потребителей тепловой энергии [1].

Основными задачами строительства жилья в советское время являлись: ускоренные сроки строительства, увеличение количества квадратных метров жилья, максимальное снижение себестоимости [2]. Современными требованиями к строительству жилья относятся надежность, комфортность, а главное – экономичность эксплуатации, которая заключается в повышении энергоэффективности зданий.

Строительство энергоэффективных жилых зданий начиная с 70-80-х годов является одним из приоритетов государственной политики развитых стран, что связано с проблемами экономического и экологического плана. Уровень энергопотребления зданий составляет 40% от мирового показателя, что влияет не только на экономические показатели, но и на загрязнения окружающей среды [3]. Наиболее развитым в Западной Европе является направление строительства пассивных зданий с уровнем удельного потребления тепловой энергии на отопление 15 кВт·ч/(м<sup>2</sup>год) [4]. В развитых странах популярна практика строительства здания, сочетающего комфортный микроклимат помещений, максимизацию использования энергии, оптимизированный энергетические элементы здания как единого целого [5].

Технологии строительства таких зданий не приобрели особой популярности в Республике Беларусь, что связано с экономической нецелесообразностью строительства энергоэффективных домов в настоящее время, обусловленной тарифами на топливно-энергетические ресурсы.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Энергетическая эффективность здания – это уровень потребления энергии, необходимой при эксплуатации здания согласно его назначению и выраженный классом энергетической эффективности здания, установленным в соответствии с требованиями технических нормативных правовых актов [6].

Энергоэффективные здания – это сооружения, соответствующие определенному нормативному значению удельного расхода тепловой энергии –  $15 \text{ кВт} \cdot \text{ч} / \text{м}^2 \text{ год}$  [7]. Из чего следует – главным критерием энергоэффективности является значение удельного энергопотребления жилого дома.

Снижение потребления энергии происходит, главным образом, за счет уменьшения теплопотерь здания. Около 70% потери тепла происходит на конструкцию здания, 30% - на вентиляцию и стоки. В связи с этим, архитектурная концепция пассивного дома базируется на принципах: компактности, качественного и максимально эффективного утепления, отсутствия мостиков холода в материалах и узлах примыканий, правильной геометрии здания, зонировании, ориентации по сторонам света. Из активных методов в пассивном доме обязательным является использование системы приточновытяжной вентиляции с рекуперацией. Энергоэффективные здания отличаются принудительной системой вентиляции, возвращающей в помещение до 90% уходящего тепла. Соблюдение всех этих условий при строительстве здания в конечном итоге значительно влияет на его себестоимость [4,5].

В работе проведен анализ целесообразности затрат на строительство энергоэффективного дома условиях современного экономического развития Республики Беларусь на примере индивидуального жилого дома из газобетона 400 мм с утеплением 200 мм на стенах, 250 мм на полу и 350 мм на перекрытии, и традиционного дома из газобетона 375 мм с утеплением 100 мм площадью. Общая площадь каждого дома 130 квадратных метров. Основным условием строительства энергоэффективного дома являются – герметичность, качественное утепление, остекление – с южной стороны. Оба дома отапливаются природным газом. Для анализа экономической целесообразности строительства энергоэффективных домов в Республике Беларусь основное

внимание было уделено конструкции здания, в частности теплоизоляции.

Данные расчета стоимости строительства энергоэффективного и традиционного индивидуального жилого дома площадью 130 м<sup>2</sup> приведены в таблице 1.

Таблица 1 - Затраты на строительство традиционного и энергоэффективного дома. *Примечание: Источник [8].*

№	Виды работ	Стоимость работ в традиц. доме (руб.)	Стоимость работ в энергоэф. доме (руб.)	Разница в стоим.
1.	Архитектурный проект	800	1300	500
2.	Проектирование инженерных систем	0	1300	1300
3.	Разработка конструктивной части проекта под грунты	800	800	0
4.	Строительства коробки дома без учета утепления	65000	65000	0
5.	Утепления дома	5000	10000	5000
6.	Окна	8000	16000	8000
7.	Солнцезащита	0	5000	5000
8.	Системы отопления	7000	9000	2000
9.	Водоснабжение, канализация, горячая вода	15000	15000	0
10.	Электроснабжения	6000	6000	0
11.	Вентиляция	0	3000	3000

12.	Кондиционирование	3000	0	-3000
13.	Отделка	130000	130000	0
<b>ИТОГО:</b>		<b>240600*</b>	<b>262400*</b>	<b>21800*</b>

По данным произведенных расчетов, стоимость строительства энергоэффективного дома выше на 21800 белорусских рублей.

Оценить целесообразность затрат на строительство можно по простому сроку окупаемости и экономии энергоресурсов. Для расчета простого срока окупаемости был произведен расчет затрат на обогрев дома. На обогрев каждого квадратного метра традиционного дома требуется 100 Вт тепла, из чего следует, что на 130 квадратных метров необходимо 13 кВт тепла в час. Расчет расхода газа производим по формуле:

$$V = Q / (q \times \text{КПД} / 100), (1)$$

где:

- V – объемный расход природного газа в час, м<sup>3</sup>;
- Q – величина мощности отопительной системы, кВт;
- q – низшая удельная калорийность природного газа, в среднем составляет 9,2 кВт/м<sup>3</sup>;
- КПД – коэффициент полезного действия газового котла или конвектора.

КПД теплогенераторов на природном газе колеблется в пределах 84—96% в зависимости от конструкции [9].

Расход природного газа в час для традиционного дома составит:

$$V = 13 / (9,2 \times 96 / 100) = 13 / 9,768 = 1,33 \text{ м}^3/\text{ч}$$

Максимальное значение в сутки составит 31,92 м<sup>3</sup>. Если предположить, что среднее количество топлива вдвое меньше максимального, тогда среднесуточное потребление газа на обогрев дома составит 15,96 м<sup>3</sup>.

Продолжительность отопительного сезона в Беларуси в среднем 185 дней, соответственно в год на обогрев дома предположительно будет потрачено 2952,6 м<sup>3</sup> газа.

На обогрев каждого квадратного метра энергоэффективного дома требуется от 10 до 30 Вт тепла, а это как минимум в 3 раза меньше

чем на традиционный. Расход газа в год составляет:  $2952,6/3=984,2\text{м}^3$ .

Соответственно, разница между традиционным и энергоэффективным домом составляет  $1968,4\text{м}^3$  газа в год.

По состоянию на 01.01.2020 года субсидируемый тариф на природный газ в Республике Беларусь в период отопительного сезона составляет – 0,1205 руб за  $1\text{ м}^3$ ; тариф, обеспечивающий полное возмещение – 0,4421. Разница в стоимости по льготному тарифу составляет  $1968,4*0,1205=237,19$  бел. рублей, по полному тарифу –  $1968,4*0,4421=870,22$  бел. рублей.

Простой срок окупаемости вложенных средств в энергоэффективный дом составит: 1) при льготном тарифе –  $22000/237,19=92,7$  года; 2) при полном тарифе –  $22000/870,22=25,3$  года.

Из чего можно сделать вывод, что при неизменных условиях при уплате за газ по льготному тарифу вложения нецелесообразны, по экономически обоснованным тарифам весьма оправданы.

## ВЫВОДЫ

Анализ целесообразности затрат на строительство энергоэффективного индивидуального жилого дома показал, что в Беларуси окупаемость таких домов составляет от 25 до 90 лет (в зависимости от тарифа). Такое положение связано с существующей в настоящее время политикой перекрестного субсидирования, которая напрямую влияет на тарифы на коммунальные услуги, не позволяя мотивировать жителей к строительству энергоэффективных жилых домов. Среднеевропейские тарифы на электрическую и тепловую энергию позволяют окупать строительство таких домов за 5-10 лет. При сравнительном анализе строительства традиционного и энергоэффективного дома в Беларуси за 2 года (в 2019 и 2020 году) было выявлено, что даже незначительное повышение тарифов на природный газ позволило сократить срок окупаемости на один год. Тенденция удорожания топливно-энергетических ресурсов в Республике Беларусь в конечном итоге приведет к сокращению сроков окупаемости строительства энергоэффективных домов, что сделает оправданным и целесообразным вложение средств на строительство таких зданий.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Голубова, О. С. Экономические аспекты повышения энергоэффективности жилых зданий / О. С. Голубова, Н. А. Григорьева. – Минск: БНТУ, 2018. – 175 с.
2. Щербакова, Е.А. Российский демографический барометр [Электронный ресурс] / <http://www.demoscope.ru/weekly/2011/0449/barom01.php>.
3. Фриев, А.М., Погодин, Д.А. Исследование методов повышения энергоэффективности жилых зданий / А.М. Фриев, Д.А. Погодин // Вестник евразийской науки. – 2019.– Т. 11. – № 5. – С. - 49.
4. Данилевский, Л.Н. Энергоэффективное жилищное строительство: автор. дис. ...док. тех. наук: 05.23.03. / Л.Н. Данилевский ГП «Институт жилища НИПТИС им. Атаева С.С.». – Минск. - 2014. – 43 с.
5. Евстратов, В.С., Черкас, А.Д. Обзор объектов энергоэффективного строительства в мире / В.С. Евстратов, А.Д. Черкас // Промышленное и гражданское строительство. 2016. № 12. С. 92-96.
6. Тарнагурский, А.В. Рекомендации и проекты регламентирующих актов для интеграции системы сертификации энергоэффективности зданий и требований к герметичности оболочки зданий Минск, январь, 2018г.. Проект № 00077154 «Повышение энергетической эффективности жилых зданий в Республике Беларусь» [Электронный ресурс] <http://energoeffekt.gov.by/effbuild/download/442.pdf>
7. Институт пассивного дома [Электронный ресурс] <https://passiv.de>.
8. Все для строительство энергоэффективных домов [Электронный ресурс] [akvilonpro.ua](http://akvilonpro.ua)
9. Как правильно рассчитать расход газа на отопление и ГВС [Электронный ресурс] <https://otivent.com/kak-rasschitat-rasxod-gazana-otoplenie-i-gvs>.

## REFERENCES

1. Golubova, O. S. Economic aspects of improving energy efficiency of residential buildings / O. S. Golubeva, N. A. Grigorieva. - Minsk: BNTU, 2018. - 175 p.
2. The Russian demographic barometer of the candidate of economic sciences Ekaterina Shcherbakova [Electronic resource] <http://www.demoscope.ru/weekly/2011/0449/barom01.php>
3. Friel, A. M. Pogodin, D. A. a Study of methods to improve energy efficiency in residential buildings / A. M. Friel, D. A. Pogodin // Bulletin of Eurasian science. 2019, Vol. 11, No. 5, P. 49.
4. Danilevsky, L. N. energy-Efficient housing construction: author. dis. ...dock. Techn. science: 05.23.03. / L. N. Danilevsky state enterprise "Institute of housing NIPTIS them. Ataeva S. S.". - Minsk. - 2014. - 43 p.
5. Evstratov, V. S., Cherkas, A.D. Review of energy-efficient construction objects in the world / V. S. Evstratov, A.D. Cherkas // Industrial and civil construction. -2016. No. 12. Pp. 92-96.
6. Tarnagursky, A.V. Recommendations and drafts of regulatory acts for the integration of the energy efficiency certification system of buildings and requirements for the tightness of the building envelope Minsk, January, 2018.. Project no 00077154 "Improving the energy efficiency of residential buildings in the Republic of Belarus" [Electronic resource] <http://energoeffekt.gov.by/effbuild/download/442.pdf>
7. Passive House Institute [Electronic resource] <https://passiv.de>
8. Everything for the construction of energy-efficient houses [Electronic resource] [akvilonpro.ua](http://akvilonpro.ua)
9. How to correctly calculate the gas consumption for heating and hot water [Electronic resource] <https://otivent.com/kak-rasschitat-raschod-gaza-na-otoplenie-i-gvs>