

УДК 620.92

ОБОСНОВАНИЕ ВНЕДРЕНИЯ НЕТРАДИЦИОННЫХ И ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ ДЛЯ ЖИЛЫХ ДОМОВ С УЧЕТОМ РЕГИОНАЛЬНЫХ ФАКТОРОВ

Белоглазова Т.Н., Романова Т. Н.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Пермский национальный исследовательский политехнический университет», Пермь, Россия (614990, Пермский край, г. Пермь – ГСП, Комсомольский проспект, д. 29), e-mail:botinkin@yandex.ru

В статье рассмотрен метод экономического обоснования технических решений эффективного использования энергетических ресурсов в жилых зданиях. Эффективность внедрения возобновляемых источников энергии зависит от региональных факторов. На экономические критерии, такие как, чистый дисконтированный доход, срок окупаемости, приведенные затраты оказывают влияние ценообразование, наличие газораспределительных сетей, и другие местные условия. Приведены примеры расчета экономических критериев на основе практической методики экономической оценки технических решений. Определен срок окупаемости возобновляемых источников для жилого дома. На экономические критерии оказывают влияние затраты на оборудование. Стабильные цены на отечественное оборудование будут способствовать уменьшению капитальных затрат. Рассмотрены этапы реализации технических решений для эффективного внедрения нетрадиционных и возобновляемых источников энергии. Рациональное использование возобновляемых источников с традиционными способами теплоснабжения обеспечивает высокую надежность и экономическую эффективность.

Ключевые слова: возобновляемые источники энергии, нормы потребления, энергосбережение, хозяйственно бытовое потребление, экономическая эффективность.

THE FEASIBILITY OF REALIZATION NONCONVENTIONAL AND RENEWABLE ENERGY PROJECTS FOR RESIDENTIAL BUILDINGS WITH THE CONSIDERATION OF REGIONAL FACTORS

Beloglazova T.N., Romanova T.N.

Perm National Research Polytechnic University, Perm, Russia (614990, Perm, 29 Komsomolsky prospekt), e-mail:botinkin@yandex.ru

The method of feasibility study of technical solutions for efficient using of energy resources in houses has been considered in the article. The effectiveness of implementation of renewable energy sources depends on regional factors. The pricing, the availability of gas distribution networks, and other local conditions are influenced on the economic criteria, such as net discounted profit, payback period, costs shown. The examples of calculation of economic criteria are given based on a practical methodology for the economic evaluation of technical solutions. Payback period for renewable energy of the house has determined. The cost of the equipment influences on economic criteria. Stable prices for domestic equipment will reduce capital costs. The stages of realization of technical solutions for effective implementation of unconventional and renewable energy sources have been considered. Rational using of renewable energy sources with traditional methods of heat supply provides high reliability and economic efficiency.

Keywords: renewable energy sources, consumption patterns, energy saving, household consumption, economic efficiency.

Важные и актуальные аспекты использования нетрадиционных и возобновляемых ресурсов для жилых домов затронуты в работе [3]. Действительно, при проведении сравнения, выборе и оценке экономической эффективности принятых проектных решений необходимо учитывать большое количество показателей и затрат на стадии возведения и эксплуатации зданий.

Развитие современных подходов в сфере энергоснабжения жилых домов является необходимым условием для надежного обеспечения комфортных условий проживания людей и экономичного энергопотребления. Внедрение энергоэффективных технологий при существенном потреблении энергоресурсов в разнообразных условиях на территории России рекомендуется осуществлять исходя из экономического аспекта и надежности обеспечения энергоресурсами.

Использование различных источников теплоснабжения определяется развитием инфраструктуры, проектно-архитектурными решениями, экологическими аспектами, тарифами на энергоносители, стоимостью оборудования. Эффективное внедрение технологий использования различных возобновляемых источников энергии в частных домах при современном уровне тарифов на газовую и электрическую энергию возможно при учете региональных особенностей ценообразования и местных условий. Для выявления возможностей реализации различных энергоэффективных технологий выполняется технико-экономический расчет. Конечным итогом применения новых технологий является их экономическая целесообразность и привлекательность для потребителей.

Поскольку в работе [3] не было указано, на основе каких тарифов произведен экономический расчет, не представляется возможным оценить, насколько данные решения применимы для других условий. На примере конкретного региона (для города Перми) рассмотрим расчет экономической эффективности аналогичных технических решений, а именно – для жилого дома площадью 280 кв. м на две семьи из 10 человек. Оценим экономическую эффективность использования возобновляемых источников энергии по [3]:

- отопление с помощью теплового насоса (теплые полы);
- горячее водоснабжение с помощью гелиоустановки или теплового насоса;
- холодоснабжение для хранения продуктов в хранилище с использованием теплового насоса;
- кондиционирование воздуха с использованием рекуператора и теплового насоса;
- электроснабжение с использованием ветроэнергетической установки и солнечных батарей;
- газоснабжение с использованием биогазовой установки;
- использование рекуператора тепла с грунтовым теплообменником для утилизации тепла вентиляционного воздуха.

Годовое потребление тепла на отопление и горячее водоснабжение определяется на основе региональных нормативов [5]:

$$V_{\text{год.норм.}} = 12a(16 \cdot 7,8 + 29) \quad (1)$$

где $V_{\text{год.норм.}}$ – годовой расход газа на бытовые нужды и отопление, м³/год;

a – количество человек, чел.;

16 – норма площади на человека, м²/чел.;

7,8 – норма потребления газа на индивидуальное отопление жилых помещений, м³/м²;

12 – количество месяцев в году;

29 – показатель потребления для газовой плиты и газового водонагревателя при отсутствии центрального горячего водоснабжения, м³/чел.[5].

Для дома площадью 280 кв. м на две семьи из 10 человек годовое потребление газа составит 18456 м³/год. Тариф на природный осушенный газ для Пермского края во втором полугодии 2014 года составил 3,77 руб./м³. Таким образом, экономические затраты на газ для хозяйственно-бытовых нужд и отопления составили 69579,12 руб./год.

Затраты электрической энергии определяются аналогично по нормам потребления. На одного человека в месяц норматив потребления составляет 78 кВт·ч. Для населения, проживающего в сельских населенных пунктах, тариф на электрическую энергию для Пермского края во втором полугодии 2014 года составил 2,15 руб./кВт·ч. Годовые экономические затраты на электрическую энергию составляют:

$$Q_{эл} = 10 \cdot 78 \cdot 12 \cdot 2,15 = 20124 \text{ руб./год.}$$

Экономическое обоснование инвестиционных проектов осуществляется в соответствии с методикой [4]. Поскольку в данном проекте для жилого дома эксплуатация систем энергопотребления не преследует своей целью получения дохода, а экономический эффект является относительным, при сравнении альтернативных вариантов применяется практическая методика [1,2,6]. Реальная норма дисконтирования обоснована на основе ретроспективного анализа региональных экономических критериев. Для вариантов технических решений в области систем теплоснабжения для краткосрочных проектов составляет 0,12.

Приведенные затраты используются для оценки эффективности проектов в области систем теплоснабжения, если ряд эффектов в виде прибыли или дохода не удастся оценить достоверно. Так возникает ситуация, при которой чистый дисконтированный доход имеет отрицательное значение. Поэтому варианты проектов сравниваются по приведенным затратам Z_n , рассчитанным для условий рыночной экономики [1, 2, 6]:

$$Z_n = \alpha K + T - D, \quad (2)$$

где Z_n – приведённые затраты, руб./год;

K – капитальные затраты, руб.;

T – текущие затраты, руб./год;

D – доходность, руб./год;

α – эмпирический коэффициент, учитывающий норму дисконтирования, горизонт расчёта и продолжительность строительства [1,2] и приводится в табл.1.

Значение коэффициента α

Продолжительность строительства, мес	Горизонт расчета, мес.					
	Краткосрочные проекты (E=0,12)					
	50	60	70	80	90	95
1	0,3212	0,2795	0,2499	0,2278	0,2107	0,2035
2	0,3271	0,2836	0,2529	0,2301	0,2125	0,2051
4	0,3396	0,2922	0,2591	0,2348	0,2162	0,2085
6	0,3534	0,3014	0,2658	0,2399	0,2202	0,2120
8	0,3685	0,3114	0,2729	0,2452	0,2243	0,2157
10	0,3852	0,3222	0,2804	0,2508	0,2286	0,2195
12	0,4037	0,3339	0,2886	0,2567	0,2332	0,2236

Проект является доходным, если величина приведенных затрат имеет отрицательное значение. При этом имеет место неравенство:

$$Z_{np} < 0 \quad (3)$$

В тех случаях, когда неравенство (3) справедливо, вариант технического решения должен оцениваться по чистому дисконтированному доходу.

При известной величине приведенных затрат, размер чистого дисконтированного дохода может быть определен по формуле:

$$ЧДД = \beta \cdot (-Z_n) \quad (4)$$

где: ЧДД – чистый дисконтированный доход, руб.;

β – коэффициент дисконтирования, который учитывает не только собственные, но и заемные средства, относится к годовому значению и приводится в табл.2.

Значение коэффициента β

Продолжительность строительства, мес	Горизонт расчета, мес. Краткосрочные проекты (E=0,12)					
	50	60	70	80	90	95
1	3,2229	3,7165	4,1656	4,5742	4,9460	5,1191
2	3,1411	3,6347	4,0838	4,4924	4,8642	5,0374
4	2,9799	3,4734	3,9225	4,3312	4,7030	4,8761
6	2,8216	3,3152	3,7643	4,1729	4,5447	4,7179
8	2,6664	3,1599	3,6090	4,0177	4,3895	4,5626
10	2,5140	3,0076	3,4567	3,8653	4,2371	4,4102
12	2,3645	2,8581	3,3072	3,7158	4,0876	4,2607

Результаты экономической эффективности двух вариантов расчетов приведены в табл. 3.

Таблица 3

Характеристика вариантов

Наименование показателя	Условное обозначение	Вариант 1 с газовой котельной	Вариант 2 с использованием возобновляемых источников
Капитальные затраты, руб.	K	119500	248700
Текущие затраты, руб./год	T	89703	28495
Продолжительность строительства, мес	Z	-	4 мес.
Доходность*	D	-	61208

$$D = T_{\text{вариант 1}} - T_{\text{вариант 2}} = 89703,12 - 28495,2 = 61208 \text{руб./год}$$

Для горизонта расчёта 60 месяцев (краткосрочные инвестиции) и срока строительства 4 месяца приведенные затраты составляют:

$$Z_{\text{вариант 1}} = 0,2922 \cdot 119500 + 116009,12 - 0 = 150907 \text{руб./год.}$$

$$Z_{\text{вариант 2}} = 0,2922 \cdot 248700 + 28495,2 - 61207,92 = 39957 \text{руб./год.}$$

*Доходность – это относительная величина, которая определяется из разности текущих затрат на энергоносители.

Следует отметить, что для первого варианта потребление энергоресурсов было рассчитано по нормам без учета их рационального использования.

Второй вариант при выбранном горизонте расчёта характеризуется более низкими приведёнными затратами. Так как условие (3) не выполняется, вариант с использованием возобновляемых источников для рассмотренных условий не окупается в течении 5 лет.

Срок окупаемости инвестиций определяется по формуле:

$$\alpha = \frac{D - T}{K} \quad (5)$$

$$\alpha = \frac{61207,92}{248700} = 0,2461$$

По табл. 1 ближайший коэффициент $\alpha = 0,2461$ при продолжительности строительства 4 месяца соответствует горизонту расчёта $n=75$ месяцев, то есть дисконтированный срок окупаемости проекта 6,3 года.

Для увеличения эффективности инвестиций в энергосберегающие технологии необходимо учитывать комплексный характер мероприятий и местные условия.

В первую очередь выявляются энергоресурсы, затраты на которые максимальны. Во-вторых, оценивается возможность их снижения организационными мероприятиями. В-третьих, определяется величина капитальных затрат, которые окупятся в пределах горизонта расчета. На последнем этапе принимается решение о конструктивном исполнении и договорной цене.

В рассмотренном примере экономические затраты на газ для хозяйственно-бытовых нужд и отопления составили 69579 руб./год. Из них на ГВС и приготовление пищи затраты составляют 13120 руб., на отопление 56459 руб.

Величина инвестиций в систему отопления определена при условии, что экономический эффект за счет энергосбережения достигнет 22 %. Инфляция на газовое топливо составляет 20 %. Горизонт расчета 5 лет.

Стоимость сэкономленной энергии составляет:

$$C = \varepsilon \cdot C_{\text{газ}} = C = 0,22 \cdot 56459,52 = 12421 \text{ руб./год}$$

где C – экономический эффект в год в неизменных ценах, руб./год; $C_{\text{газ}}$ – годовые затраты на газ системой отопления, Гкал/год; ε – экономический эффект, д. ед.

Экономический эффект по годам:

$$\varepsilon_n = C \cdot J^{n-1} \quad (6)$$

где n – период расчета, год;

ε_n – экономический эффект за соответствующий год расчета в текущих ценах, руб./год.

$$\Theta_1=C=12421,\text{руб.}/\text{год}$$

$$\Theta_2=C \cdot 1,2=14905 \text{ руб.}/\text{год}$$

$$\Theta_3=C \cdot 1,2^2=17886 \text{ руб.}/\text{год}$$

$$\Theta_4=C \cdot 1,2^3 =21463 \text{ руб.}/\text{год}$$

$$\Theta_5=C \cdot 1,2^4 =25463\text{руб.}/\text{год}$$

Среднее значение экономического эффекта:

$$\Theta_{cp}^5 = \frac{12421,09 + 14905,31 + 17886,38 + 21463,65 + 25462,38}{5} = 18486\text{руб.}/\text{год}$$

Вложенные затраты, которые окупятся в течение 5 лет при сроке реализации 2 месяца, составляют:

$$K = \frac{D}{\alpha} = \frac{18486,56}{0,2836} = 65185\text{руб.}$$

Таким образом, можно отметить, что увеличение стоимости системы отопления на газовом топливе на 65185 рубля позволит окупить вложенные затраты в течение 5 лет при условии снижения потребления газа на 22 %. Конкретные решения можно рассматривать, исходя из конструктивных особенностей оборудования, конструкций здания.

Освещенный в работе [3] подход к оценке экономической эффективности использования нетрадиционных и возобновляемых источников энергии для жилого дома целесообразно дополнить оценкой экономических показателей при учете региональных особенностей ценообразования, местных условий строительства.

Поскольку уровень газификации регионов России растет год от года, использование газа для целей теплоснабжения и хозяйственно бытовых нужд традиционно обеспечивает надежность теплоснабжения и комфортные условия. Поэтому источники возобновляемой энергии находятся, во-первых, в условиях экономической конкуренции. Во-вторых, имеет место предпочтение многих потребителей использовать апробированные способы теплоснабжения. Различные варианты внедрения возобновляемых ресурсов могут дополнять традиционные способы использования энергии при обеспечении высокой надежности теплоснабжения домов. Широкое внедрение возобновляемых источников энергии станет экономически обоснованным при снижении капитальных затрат на оборудование. В условиях роста цен на импортное оборудование, сроки окупаемости данных проектов будут увеличиваться. Расширение рынка отечественного оборудования является необходимым условием внедрения энергоэффективных технологий.

Список литературы

1. Гришкова А.В., Красовский Б. М., Белоглазова Т.Н. О сравнении экономической эффективности инвестиций по показателю приведенных затрат // Экономика строительства. – 2002. – № 8. – С.34-37.
2. Красовский Б.М., Белоглазова Т.Н. и др. Прикладное использование практической методики экономической оценки вариантов технических решений: метод. рекомендации к курсовому проектированию / Перм. гос. техн. ун-т. – Пермь, 2001. – 16 с.
3. Кряклина И.В., Шешунова Е.В., Грек И.Л. Энергоэффективный дом с нетрадиционными и возобновляемыми источниками энергии // Современные проблемы науки и образования. – 2014. – № 1. – С. 243.
4. Методические рекомендации по оценке эффективности инвестиционных проектов: вторая ред.: утв. гос. ком. по строит., архит. и жил. политике № ВК 477 от 21.06.1999 г./ Рук. авт. кол.: В.В. Коссов, В. Н. Лившиц, А. Г. Шахназаров. – офиц. изд. – М.: Экономика, 2000. – 424 с.
5. Постановление Управления по региональным тарифам Администрации Пермского края от 22 сентября 2010 г. № 42-п «Об утверждении нормативов (норм) потребления природного газа населением при отсутствии приборов учета».
6. Экономическое сравнение затрат и эффективности энергосберегающих мероприятий на объектах общественного назначения /А.И. Бурков А. И., А.В. Гришкова, Т.Н. Белоглазова // Вестник ПГТУ. Урбанистика. – 2011. – № 1. – С.123-128.

Рецензенты:

Харионовский А. А., д.т.н., заместитель генерального директора по научной работе, ОАО «Межотраслевой научно-исследовательский и проектно-технологический институт экологии Топливо-энергетического комплекса», г. Пермь;

Левин Л.Ю., д.т.н., зам. директора по науке ГИ УрО РАН, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Горный институт Уральского отделения Российской академии наук, г. Пермь.