

УДК338.24

КРИТЕРИЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИНВЕСТИЦИЙ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ПРОДУКЦИИ С УЧЕТОМ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА

*д-р экон. наук, проф. Н.А. ДУБРОВСКИЙ; Е.С. ЖДАНОВА; Л.В. ПИМЕНОВА
(Полоцкий государственный университет)*

Рассматривается проблема оценки инвестиционной деятельности предприятия, описаны основные подходы к определению критерия оптимальности, на основе которого должна проводиться оценка. Предложен подход к построению общего критерия эффективности инвестиций. В качестве критерия эффективности предлагается использовать максимальный эффект, равный разности результатов и затрат, имеющих место за весь жизненный цикл функционирования продукта. Рассмотрено использование данного подхода на примере оценки эффективности применения строительных материалов.

Ключевые слова: *производство продукции, инвестиции, критерий их эффективности, затраты.*

Критерий – признак, на основании которого производится оценка, определение или классификация чего-либо. Критерий оптимальности – количественный или порядковый показатель, выражающий предельную меру экономического эффекта принимаемого решения и выбора наилучшего.

Важнейшей проблемой оценки инвестиционной деятельности является проблема существования и практического построения критерия. В ряде источников [1–3] предлагается применять народнохозяйственный и локальный критерии оптимальности функционирования систем. Так, по данным Т.С. Хачатурова и В.Ф. Пугачева [3; 4], в качестве народнохозяйственного критерия можно использовать цель развития экономики – максимальное удовлетворение потребностей общества. В связи со сложностью народнохозяйственного критерия разрабатываются упрощенные экономико-математические модели оптимального планирования.

Широкое распространение получил критерий, отражающий минимум полных приведенных затрат на производство заданного объема продукции. В исследованиях Л.И. Абалкина указывается, что общество должно оценивать различные виды затрат на производство с точки зрения его результатов. В производственной функции под результатами производства понимается количество продукции, которое является наиболее простым выражением общественной полезности, а используемые производственные факторы – его затратами [5].

Эффективность мероприятий по совершенствованию производства может быть измерена величиной относительного превышения результатов над затратами, необходимыми для достижения поставленной цели.

В планово-проектной практике используется принцип приведенных затрат [6]. В соответствии с этим принципом вариант отбирается по минимуму затрат, которые включают текущие издержки производства продукции и капитальные вложения, необходимые для ее изготовления, умноженные на норматив эффективности капиталовложений.

Для расчета эффективности вариантов применяются также такие показатели, как коэффициент экономической эффективности, срок окупаемости вложений [7].

В работе Ю.З. Чуева [8] сформулирован ряд требований, которым должен удовлетворять критерий. Он должен быть представительным, критичным к исследуемым параметрам, по возможности простым, включать в себя результаты всех основных процессов, правильно учитывать стохастичность процесса. Представительность критерия означает оценку основной, а не второстепенной цели. Критичность к исследуемым параметрам состоит в значительном изменении числового значения критерия при сравнительно малых изменениях исследуемых параметров. Желательно, чтобы критерий был единственным. Необходимо отметить, что не всегда требуется использовать критерий в его общем виде, им нужно пользоваться только тогда, когда более простые его формы не могут быть использованы. Нужно учитывать, что при решении некоторых задач используются различные ограничения. Они связаны с тем, что рассматривается только часть модели и разорванные связи с другими ее частями заменяются этими ограничениями.

В работе Ф.А. Дронова [9] отмечено, что критерий должен *обеспечить* системный подход к оценке вариантов; *допускать* их комплексную сравнительную оценку; *обеспечить* сравнение вариантов с учетом возможных изменений в будущем.

В последнее время у исследователей преобладает точка зрения, согласно которой эффективность производства должна характеризоваться не одним, а системой показателей. Система показателей не равнозначна их простому перечню, она характеризуется определенной логикой построения, обеспечением взаимосвязи общих и частных показателей, их непротиворечивостью, методическим единством [10]. В некоторых исследованиях рассматривается многокритериальный подход к решению проблемы эффек-

тивности инвестиций. Такой подход более плодотворен, так как в явном виде вводит в анализ возможность достижение системой различных состояний, а затем ставит перед исследователем проблему сопоставления степени желательности этих состояний. Особенность такого подхода еще и в том, что он позволяет выделить из допустимого множества решений в пространстве критериев области их полного согласования и области компромиссов [11].

В условиях многообразия форм собственности для оценки эффективности инвестиций используются индивидуальные нормативы, формирующиеся под влиянием рынка. Увеличивается материальная ответственность собственника средств за принимаемые решения, степень риска в индивидуальной деятельности, значение оценки фактора времени. Несмотря на различие применяемых критериев между ними существует методическое единство, которое состоит в том, что эффективность инвестиций измеряется путем сопоставления результата и затрат. Содержание и величина результата и затрат зависят от уровня управления народным хозяйством.

Под результатами понимается итог использования или применения ресурсов. Результаты могут быть выражены в натуральной и стоимостной форме. Для выражения результатов широко применяются показатели, с помощью которых определяется объем производства продукции. Все эти показатели можно дифференцировать в зависимости от величины включаемых в них потребленных ресурсов. К таким показателям можно отнести, например, валовую продукцию, добавленную стоимость, доход, прибыль и др.

Затраты при исследовании проблемы эффективности делятся на единовременные и текущие.

Единовременные затраты производятся до начала процесса производства полностью или частями в подготовительный период и связаны с вложениями средств в долгосрочные активы. К единовременным затратам в первую очередь относятся капитальные вложения на создание основных фондов. Эти затраты включают в себя также инвестиции, необходимые для производства строительно-монтажных работ, приобретение и монтаж оборудования, транспортных средств, технологической оснастки и др.

Текущие затраты осуществляются постоянно в процессе производства продукции. Эти затраты связаны с использованием энергии, привлечением трудовых ресурсов, ремонтом оборудования, а также приобретением сырья, материалов, т.е. предметов труда. Наиболее полно текущие затраты учитываются в себестоимости продукции.

Сопоставление результата (P) и затрат (Z) между собой может быть выполнено различными способами. Среди возможных показателей различают показатели эффекта и эффективности.

Главное отличие экономической эффективности от ее других видов заключается в том, что полезные результаты и затраты выражены в стоимостной форме. Стоимостные показатели экономической эффективности инвестиций, несмотря на их недостатки, являются в настоящее время основными показателями обоснования программ и проектов. Эти показатели выступают в виде комплексного показателя, учитывающего в денежной форме затраты прошлого и живого труда. Расчеты эффективности инвестиций не сводятся только к определению коэффициентов экономической эффективности. Проводится комплексный анализ факторов, которые влияют на изменение трудоемкости, фондоемкости и др.

Для построения общего критерия эффективности инвестиций предлагается следующий подход. В качестве критерия эффективности можно использовать максимальный эффект, равный разности результатов и затрат, имеющих место за весь жизненный цикл функционирования продукта.

Расчет показателей эффективности необходимо осуществлять с учетом прямых, сопряженных, сопутствующих и прочих инвестиционных затрат. *Прямые инвестиции* представляют собой вложения, необходимые непосредственно для проекта. Например, прямые капитальные вложения включают в себя затраты на строительно-монтажные работы, научные исследования, подготовку производства, приобретение оборудования, оснастки и т.п. *Сопряженные инвестиции* – это инвестиции в смежные отрасли народного хозяйства, другие предприятия, фирмы, обеспечивающие основными и обратными средствами строительство и последующую эксплуатацию объектов. Сопряженные вложения могут осуществляться в увеличение мощностей предприятий стройиндустрии, развитие энергетической и сырьевой базы, охрану окружающей среды и т.п. *Сопутствующие инвестиции* – это вложения в другие объекты, строительство или реконструкция которых необходима для нормального функционирования основного объекта. Эти инвестиции могут потребоваться для строительства и реконструкции дорог, организации автохозяйств, сооружения линий электропередач и др. *Прочие инвестиции* включают в себя затраты на подготовку кадров, расходы на консервацию высвобождающегося оборудования, на увеличение оборотных средств и др.

В общем виде критерий эффективности инвестиций может быть выражен с помощью формулы:

$$\mathcal{E}_{\Sigma} = \sum_{i=1}^{n_3} \mathcal{E}_i \rightarrow \max, \quad (1)$$

где \mathcal{E}_{Σ} – суммарный эффект на всех этапах жизненного цикла продукта; \mathcal{E}_i – эффект на i -м этапе жизненного цикла продукта; n_3 – число этапов жизненного цикла продукта.

Число этапов жизненного цикла продукта зависит от его назначения, сложности выполняемых функций, степени освоенности и других характеристик.

Эффект на этапе жизненного цикла продукта зависит от особенностей данного этапа, его назначения, целей и задач. Величина этого эффекта зависит от результатов и затрат, получаемых от использования прямых, сопряженных, сопутствующих и прочих инвестиционных вложений. При определении эффекта на этапе необходимо учитывать также величину социального и экологического эффектов.

Для определения эффекта (\mathcal{E}) используется формула:

$$\mathcal{E}_i = (\mathcal{E}_n + \mathcal{E}_c + \mathcal{E}_{co} + \mathcal{E}_{пр} + \mathcal{E}_{соц} + \mathcal{E}_{эк})i, \quad (2)$$

где \mathcal{E}_n , \mathcal{E}_c , \mathcal{E}_{co} , $\mathcal{E}_{пр}$ – соответственно эффект, получаемый от использования прямых, сопряженных, сопутствующих и прочих инвестиционных вложений; $\mathcal{E}_{соц}$, $\mathcal{E}_{эк}$ – соответственно эффект, получаемый от осуществления социальных и экологических мероприятий.

Эффект от использования инвестиционных вложений определяется по формуле:

$$\mathcal{E}_i = (P - 3)i, \text{ или } \mathcal{E}_i = P_i - 3_i. \quad (3)$$

Здесь P и 3 – соответственно результаты и затраты, имеющие место на i -м этапе от вложения и использования инвестиций.

Результаты от применения (вложения) инвестиций на i -м этапе жизненного цикла товара определяются по формуле:

$$P_i = \left(\sum_{t=t_n}^{t_k} (P \cdot K_g \cdot K_p \cdot K_u \cdot t) \right) i = \left(\sum_{t=t_n}^{t_k} P_t \cdot K_{gt} \cdot K_{pt} \cdot K_{ut} \right) i, \quad (4)$$

где P_t – результат от вложения инвестиций в t -м году i -го этапа; t_n – начальный год i -го этапа; t_k – конечный год i -го этапа; K_{gt} – коэффициент дисконтирования, учитываемый при определении P_t в t -м году i -го этапа; K_{pt} – коэффициент, учитывающий риск недополучения результата в t -м году i -го этапа; K_{ut} – коэффициент, учитывающий инфляцию в t -м году i -го этапа.

В формуле для определения P_t введен ряд коэффициентов. Коэффициент дисконтирования, который учитывает приведение разновременных значений результатов к их ценности на определенный момент времени, который называется моментом приведения.

Реализация разрабатываемых НИОКР и ОТР относится к будущему периоду, результаты которых не могут быть определены с абсолютной точностью. Риск недополучения предусмотренных НИОКР и ОТР доходов обусловлен, прежде всего, техническими, технологическими и организационными решениями разработки, детальности проработки проектных решений, наличия необходимого научного и опытно-конструкторского задела и степени маркетинговой проработки. Если не существует точки зрения относительно рисков данной конкретной НИОКР и ОТР или аналогичной разработки, рекомендуется принять коэффициент, учитывающий риск недополучения запланированных результатов.

Учет влияния инфляции (учет изменения цен на различные виды продукции и ресурсов в период создания и коммерциализации НИОКР и ОТР) осуществляется коэффициентом K_{ut} .

Стоимостная оценка затрат на создание разработки за расчетный период определяется по формуле:

$$3_i = \left(\sum_{t=t_n}^{t_k} (3 \cdot K_g \cdot K_u \cdot t) \right) i = \left(\sum_{t=t_n}^{t_k} P_t \cdot K_{gt} \cdot K_{ut} \right) i, \quad (5)$$

где 3_{it} – стоимостная оценка затрат на создание разработки в t -м году i -го этапа.

Тогда

$$\mathcal{E}_i = \left(\sum_{t=t_n}^{t_k} (P \cdot K_g \cdot K_p \cdot K_u) t - \sum_{t=t_n}^{t_k} (3 \cdot K_g \cdot K_u) t \right) i. \quad (6)$$

Полученный подход для определения эффективности инвестиций можно использовать для решения конкретных проблем, построив при этом частный критерий эффективности.

Рассмотрим использование данного подхода на примере оценки эффективности применения строительных материалов.

В настоящее время для оценки экономической эффективности используют различные критерии. Наибольшее распространение получили такие, как чистая текущая стоимость, внутренняя норма рентабельности, срок окупаемости, приведенные затраты и ряд других. Применяемые показатели являются результатами сопоставления распределенных во времени результатов с затратами на их достижение. Однако

несмотря на широкую популярность данных показателей, для комплексной оценки эффективности применения строительных материалов этого недостаточно, так как их использование возможно лишь на одной стадии жизненного цикла. Таким образом, необходимо выработать критерий, характеризующий свойства строительных материалов, проявляющиеся на всех стадиях жизненного цикла продукта. Например затраты, связанные со строительными материалами, имеют место при производстве, использовании для строительства объекта, эксплуатации, утилизации, что можно проиллюстрировать рисунком 1.

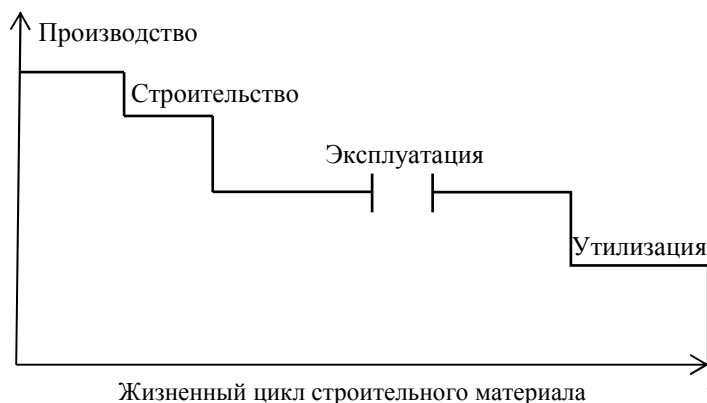


Рисунок 1. – Основные этапы жизненного цикла строительного материала

Источник: собственная разработка.

Исходя из этого критерий целесообразности использования строительных материалов должен учитывать все затраты на каждом из этапов жизненного цикла. Таким образом, в качестве критерия предлагается использовать минимум суммарных затрат, имеющих место на стадиях производства, строительства, эксплуатации и утилизации:

$$\Sigma Z = Z_{\text{пр}} + Z_{\text{стр}} + Z_{\text{эпл}} + Z_{\text{ут}} \rightarrow \min, \quad (7)$$

где $Z_{\text{пр}}$ – затраты на производство строительных материалов; $Z_{\text{стр}}$ – затраты на строительство; $Z_{\text{эпл}}$ – затраты на эксплуатацию здания; $Z_{\text{ут}}$ – затраты на утилизацию или повторное использование.

Применение данного критерия дает возможность оценить эффективность использования строительных материалов не по промежуточному результату, а по конечному, который для всех сравниваемых вариантов должен быть один и тот же (например, срок службы построенного объекта).

Подчеркнем, что широко применяемые сегодня критерии эффективности позволяют определить достоинства и недостатки строительного материала только на одном этапе жизненного цикла строительной продукции. И поскольку результаты на отдельных этапах могут быть различными, то по этим критериям нельзя определить, какой из вариантов наиболее эффективный, так как они характеризуют только часть затрат общественного труда.

Предлагаемый критерий, в отличие от указанного применяемого, учитывает все затраты общественно необходимого труда, связанного с производством, строительством, эксплуатацией и утилизацией строительной продукции, что позволяет привести в сопоставимый вид, сравнить между собой и выбрать наиболее эффективный материальный ресурс. Данный подход был использован при выборе стеновых строительных материалов для строительства двухэтажного жилого здания.

В настоящее время ассортимент строительных материалов, применяемых в жилищном малоэтажном строительстве, достаточно широк. В качестве альтернативных строительных ресурсов были выбраны керамзитобетонные блоки и керамический кирпич, пользующиеся спросом в Беларуси.

Керамзитобетон и керамический кирпич – экологически безупречные материалы, сопоставимые с деревом, основа их изготовления – обычная глина.

Для оценки эффективности применения данных материалов в строительстве использовались параметры керамзитобетонных блоков «ТермоКомфорт» производства ОАО «Завод керамзитового гравия г. Новолукомль» и керамического кирпича производства ОАО «Керамика», так как продукция этих организаций в первую очередь ориентирована на потребителей Витебского региона. Сравнительная характеристика стеновых материалов данных производителей представлена в таблице 1.

Для примера были рассчитаны затраты на строительство жилого двухэтажного здания квадратной конфигурации площадью 200 м².

Затраты на строительство объекта зависят от его типа, состава проектной документации, качества инженерного оборудования и применяемых строительных материалов, объема подготовительных работ, стоимости услуг строительной подрядной организации и других факторов. Структура затрат на строительство распределяется примерно в соотношении, представленном в таблице 2.

Таблица 1. – Сравнительная характеристика строительных материалов

| Материал | Кирпич керамический | Керамзитобетонные блоки |
|--|------------------------|--|
| Размер, L×B×H | 250×120×88 | 120×425×190; 245×425×190; 370×425×190 |
| Масса, кг | 3,1–3,2 | 10,3–22,6 |
| Плотность, кг/м ³ | 1150 | 600–700 |
| Коэффициент теплопроводности, Вт/м·°C | 0,389–0,400 Вт/(м·К) | 0,139–0,162 |
| Морозостойкость, циклов | 35 | 50 |
| Радиационное качество, Бк/кг | Не более 370 (1 класс) | 171 (1 класс) |
| Расход кладочной смеси, м ³ | 0,28 | 0,12 |
| Количество на 1 м ² , шт. | 61 | 9 |
| Толщина фундамента, мм | ≥ 1950 | 660 |
| Толщина стены, м | 1,2–2,0 | 0,59 |
| Масса 1 м ² стены, кг | 900–1800 | 515 |

Источник: собственная разработка на основе коммерческой информации производителей и [12].

Таблица 2. – Структура затрат на строительство объекта

| Наименование | Затраты, % |
|--|------------|
| <i>Структура затрат на строительство в целом</i> | |
| Коробка | 40 |
| Отопление | 9 |
| Водоснабжение, канализация | 7 |
| Электрика | 6 |
| Отделочные работы | 38 |
| Всего | 100 |
| <i>Расходы на коробку</i> | |
| Фундамент | 15 |
| Стены | 30 |
| Перекрытия и лестницы | 12 |
| Кровля | 18 |
| Фасады и проемы | 25 |
| Всего | 100 |

Источник: собственная разработка на основании [13].

Для выбора наиболее эффективного строительного материала сравниваемые варианты были приведены в тождественный вид по основным показателям, к которым были отнесены масса и теплопроводность.

Проведен сравнительный технико-экономический расчет, связанный с определением толщины стены дома, обеспечивающей одинаковое сопротивление теплопередаче. Для этого использовались существующие стандарты строительства жилых объектов, согласно которым значение теплосопrotivления стены не должно быть менее 3,2 м²·°C/Вт [14].

Рассмотрим формулу:

$$R = D / K_{\text{тн}}, \quad (8)$$

где R – приведенное сопротивление теплопередаче; D – толщина стены; $K_{\text{тн}}$ – коэффициент теплопроводности.

Из данной формулы выразим толщину стены

$$D = R \cdot K_{\text{тн}}. \quad (9)$$

Расчет требуемой толщины стены представлен в таблице 3.

Таблица 3. – Расчет толщины стены

| Материал | Приведенное сопротивление теплопередаче, м ² ·°C/Вт | Коэффициент теплопроводности, Вт/м·°C | Толщина стены, м |
|----------------------|--|---------------------------------------|------------------|
| Блоки «ТермоКомфорт» | 3,2 | 0,162 | 0,5 |
| Кирпич керамический | | 0,400 | 1,3 |

Источник: собственная разработка.

Таким образом, для возведения предлагаемого объекта требуется 105 м³ керамзитобетонных блоков «ТермоКомфорт» или 273 м³ керамического кирпича (толщина кладки из керамического кирпича будет в 2,6 раза больше).

Рассмотрим объект, возводимый из керамзитобетонных блоков, в соответствии с жизненным циклом.

Производство. Исходным сырьем для керамзитобетонных блоков служит керамзит, экологически чистый продукт, не способный причинить вред здоровью человека. Технология изготовления керамзитобетона достаточно проста, не требует сложного, дорогостоящего оборудования. Керамзитобетонные блоки производятся методом полусухого вибропрессования (специальные вибрирующие формы особенно плотно спрессовывают начинку блока – цемент, воду и керамзит) с последующей сушкой с использованием пропаривания или инфракрасной сушкой.

Рассмотрим структуру затрат на 1 м³ керамзитобетонных блоков (таблица 4).

Таблица 4. – Себестоимость 1 м³ керамзитобетонных блоков «ТермоКомфорт»

| Элементы затрат | Стоимость, руб. | Удельный вес, % |
|--|-----------------|-----------------|
| Сырье и материалы | 59,78 | 67,92 |
| Основная заработная плата производственных рабочих | 7,01 | 7,96 |
| Дополнительная | 0,61 | 0,68 |
| Отчисления на соцстрах | 2,59 | 2,94 |
| Электроэнергия на технические цели | 2,25 | 2,56 |
| Общепроизводственные расходы | 9,49 | 10,78 |
| Общехозяйственные расходы | 5,93 | 6,74 |
| Налоги и отчисления | 0,19 | 0,22 |
| Внепроизводственные расходы | 0,17 | 0,19 |
| Себестоимость | 88,02 | 100,00 |

Источник: собственная разработка.

Затраты производителя на выпуск потребной партии материала определены по следующей формуле:

$$Z_{пр} = C \cdot m, \tag{10}$$

где C – себестоимость 1 м³ строительного материала; m – необходимое количество строительного материала.

Таким образом, затраты на производство 105 м³ керамзитобетонных блоков «ТермоКомфорт» составят

$$Z_{пр} = 88,02 \cdot 105 = 9242,1 \text{ руб.}$$

Строительство. Керамзитобетонный блок крупнее одинарного кирпича, однако его размеры обеспечивают удобство транспортировки, хранения, легкость в работе. Технология кладки из керамзитобетонных блоков не отличается от технологии кладки из керамического кирпича, но является более легкой и удобной, благодаря чему возведение стен из керамзитобетонных блоков доступно и обычному частному застройщику. Кладка из керамзитобетонных блоков выполнялась с перевязкой по ширине стены, горизонтальные швы выполняются из цементно-песчаного раствора, вертикальные стыки рядовых камней выполнялись всухую (без применения раствора), вертикальные стыки лицевых камней выполнялись из цементно-песчаного раствора. После завершения кладочных работ производилось оштукатуривание поверхности стены с внутренней стороны.

Затраты на строительство объекта из керамзитобетонных блоков «ТермоКомфорт» представлены в таблице 5. Во избежание двойного учета себестоимости стеновых материалов затраты на стадии строительства объекта были определены по формуле (11):

$$Z_{стр} = Z_{стр}^к - C, \tag{11}$$

где $Z_{стр}^к$ – всего затрат на строительство объекта; C – себестоимость стеновых материалов, использованных в строительстве.

Таким образом, имеем

$$Z_{\text{стр}} = 137496,28 - 9242,1 = 128254,18 \text{ руб.}$$

Таблица 5. – Примерная структура затрат на строительство объекта из керамзитобетонных блоков

| Наименование | Стоимость, руб. |
|----------------------------------|-----------------|
| Фундамент | 8249,87 |
| Стены | 16499,55 |
| Перекрытия и лестницы | 6874,77 |
| Кровля | 9624,60 |
| Фасады и проемы | 13749,72 |
| Отопление | 12374,62 |
| Водоснабжение, канализация | 9624,60 |
| Электрика | 8249,87 |
| Отделочные работы | 52248,68 |
| Всего затраты $Z_{\text{стр}}^k$ | 137496,28 |

Источник: собственная разработка.

Керамзитобетонные блоки востребованы как при строительстве новых современных зданий, частных домов, коттеджей, так и при проведении работ по реконструкции или ремонту зданий и сооружений, бывших в эксплуатации, которые позволят восстановить их работоспособность. Керамзитобетонные стеновые блоки из-за своего незначительного веса по сравнению с кирпичом существенно снижают нагрузку зданий на фундамент.

Среди других достоинств отметим меньший расход раствора и простоту кладки, по сравнению с кирпичной ее трудоемкость снижается в три-четыре раза, поскольку по объему один блок равен семи кирпичам [15]. Таким образом, применение этого материала при строительстве позволяет существенно сократить затраты, в частности на раствор, способствует увеличению скорости монтажа.

Эксплуатация. Здания, построенные с использованием керамзитобетонных блоков, характеризуются длительным сроком эксплуатации (75–100 лет и более [16]), так как этот материал не подвержен горению, гниению или коррозии. Строения из керамзитобетонных блоков не требуют специального ухода. По основным характеристикам, таким как тепло- и звукоизоляция, влаготталкивающие свойства и химическая стойкость, керамзитобетонные блоки не только не уступают классическим строительным материалам (кирпич, железобетон), но и становятся в один ряд с легкими ячеистыми бетонами. Дома, построенные из керамзитобетонных блоков, по свойствам сравнимы с деревянными, которые, как известно, являются наиболее комфортным жильем. Пористая структура стройматериала обеспечивает возможность его использования с большой эффективностью как в холодных, так и в теплых климатических условиях.

К годовым издержкам в сфере эксплуатации здания относятся: затраты на ремонт строительных конструкций, восстановление и поддержание предусмотренной проектом надежности, ежегодные затраты на текущий ремонт и техническое обслуживание (отопление, освещение, очистка от снега и др.).

Совокупность данных затрат по своей величине сравнима с амортизационными отчислениями, которые при сроке службы здания в 100 лет составляют 1% от капитальных вложений в сфере строительства.

Затраты на стадии эксплуатации были рассчитаны следующим образом:

$$Z_{\text{экс}} = Z_{\text{стр}}^k \cdot k \cdot n, \quad (12)$$

где $Z_{\text{стр}}^k$ – капитальные вложения в строительство объекта; k – процент (в зависимости от срока службы); n – срок эксплуатации объекта.

$$Z_{\text{экс}} = 137496 \cdot 0,01 \cdot 100 = 137496,28 \text{ руб.}$$

Утилизация. Повторное использование материалов от разборки зданий и сооружений осуществляется посредством производства вторичного керамзитобетона или изготовления строительных смесей на основе измельченного керамзитобетона. Затраты на стадии утилизации

$$Z_{\text{ут}} = C_{\text{д}} \cdot S, \quad (13)$$

где $C_{\text{д}}$ – стоимость демонтажа 1 м² стены соответствующего материала; S – площадь (м²).

$$Z_{\text{ут}} = 6,49 \cdot 210 = 1364,63 \text{ руб.}$$

Таким образом, величина предлагаемого критерия при применении керамзитобетонных блоков «ТермоКомфорт» составит

$$Z_{\text{ол}} = 9242,1 + 128254,18 + 137496,28 + 1364,63 = 276357,19 \text{ руб.}$$

Рассмотрим объект, возводимый из кирпича керамического, в соответствии с жизненным циклом.

Производство. В основе изготовления данного стенового материала лежит глина, чаще всего среднего состава, получаемая смешением сырья из различных слоев месторождения. Производство осуществляется методом пластического формования. В данном случае глиняная масса влажностью 17–30% помещается в вакуумный или безвакуумный пресс, а затем формуется при помощи специального мундштука. Далее ее режут на нужные размеры и отправляют на сушку, а затем подвергают обжигу в печи при температуре 1000 °С.

Рассчитаем затраты производителя на изготовление партии керамического кирпича требуемого размера по формуле (10):

$$Z_{пр} = 60,71 \cdot 273 = 16575,19 \text{ руб.}$$

Строительство. В таблице 6 представлены затраты на строительство объекта из керамического кирпича.

Таблица 6. – Примерная структура затрат на строительство объекта из керамического кирпича

| Наименование | Стоимость, руб. |
|----------------------------|-----------------|
| Фундамент | 18312,69 |
| Стены | 36625,39 |
| Перекрытия и лестницы | 14650,23 |
| Кровля | 21975,16 |
| Фасады и проемы | 30521,22 |
| Отопление | 27469,04 |
| Водоснабжение, канализация | 21364,69 |
| Электрика | 18312,69 |
| Отделочные работы | 115980,52 |
| Всего затраты $Z_{стр}^*$ | 305211,53 |

Источник: собственная разработка.

Затраты на стадии строительства были рассчитаны следующим образом:

$$Z_{стр} = 305211,63 - 16575,19 = 288636,44 \text{ руб.}$$

В процессе эксплуатации в целях профилактики необходимо проверять кирпичную кладку на наличие повреждений. Если кладка кирпича пропускает воду или в ней имеются большие трещины, необходимо заделать их специально предназначенным для этого герметиком. Если на поверхности присутствуют высолы, их нужно удалить при помощи специальных препаратов (очистителей и гидрофобизаторов).

Плесень с кладки необходимо удалять специальными противогрибковыми средствами. Если кирпичи в кладке потеряли эстетичный внешний вид, нужно произвести чистку. Самым безопасным способом является промывание поверхности водой под низким давлением. Производить чистку поверхности в холодную погоду не рекомендуется, так как вода, оставшаяся в кладке, может превратиться в лёд, что приведет к появлению трещин.

Материал не горюч, долговечен, характеризуется низким водопоглощением, высокой плотностью, а следовательно, хорошей звукоизоляцией, отличными показателями по морозостойкости.

Согласно формуле (12) определены затраты на стадии эксплуатации жилого кирпичного здания:

$$Z_{эсп} = 305211,63 \cdot 0,01 \cdot 100 = 305211,63 \text{ руб.}$$

Утилизация и повторное использование осуществляется путем переработки битого кирпича в песок для производства шлакобетона и для производства вторичного щебня. Возможно вторичное использование материала после разборки зданий и сооружений, однако этот процесс весьма трудоемкий и затратный. Затраты на утилизацию объекта рассчитаны по формуле (13):

$$Z_{ут} = 7,94 \cdot 210 = 1667,88 \text{ руб.}$$

Величина критерия при применении керамического кирпича составила:

$$Z_k = 165755,19 + 288636,44 + 305211,63 + 1667,88 = 612091,14 \text{ руб.}$$

Таким образом, имеем

$$Z_{бл} < Z_k.$$

Заключение. На всех отдельных этапах жизненного цикла керамзитобетонные блоки показали большую эффективность по сравнению с керамическим кирпичом. Предлагаемый критерий позволяет получить суммарный эффект на всех стадиях жизненного цикла больше, чем в два раза, что говорит о преимуществах данного материала.

Согласно проведенному расчету, при выполнении анализа эффективности строительного материала необходимо учитывать эффект от производства, строительства, эксплуатации и утилизации материала.

Предложенный критерий позволяет с наибольшей достоверностью обосновать применение строительных материалов, а также решать практические вопросы повышения конкурентоспособности строительной продукции.

ЛИТЕРАТУРА

1. Горстко, А.Б. Оптимальное решение в экономике / А.Б. Горстко, Л.В. Конторович. – М. : Наука, 1972. – 230 с.
2. Львов, Д.С. Измерение эффективности производства / Д.С. Львов, Л.Я. Рубинштейн. – М. : Экономика, 1974. – 143 с.
3. Хачатуров, Т.С. Эффективность капитальных вложений / Т.С. Хачатуров. – М. : Экономика, 1979. – 335 с.
4. Пугачев, В.Ф. Оптимизация планирования / В.Ф. Пугачев. – М. : Экономика, 1969. – 166 с.
5. Абалкин, Л.И. Конечные народнохозяйственные результаты: сущность, показатели, пути повышения / Л.И. Абалкин. – М. : Экономика, 1978. – 302 с.
6. Использование в строительстве новой техники, изобретений и рационализаторских предложений : Инструкция по определению экономической эффективности. – М., 1978. – 64 с.
7. Богачев, В.Н. Срок окупаемости / В.Н. Богачев. – М. : Экономика, 1966. – 278 с.
8. Спехова, Г.П. Технические задачи исследования операций / Г.П. Спехова, Ю.З. Чуев – М. : Советское радио, 1971. – 242 с.
9. Дронов, Ф.А. Научно-технический прогресс и проблемы ускорения экономического роста / Ф.А. Дронов. – Минск: Наука и техника, 1979. – 312 с.
10. Хрипач, В.Д. Оценка и материальное стимулирование эффективности производства / В.Д. Хрипач. – Минск : Выш. школа, 1985. – 172 с.
11. Кобринский, Н.Е. Введение в экономическую кибернетику / Н.Е. Кобринский, Е.З. Майминас, А.Д. Смирнов. – М. : Экономика, 1975. – 342 с.
12. Проектирование и строительство [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.dvmposad.ru/index.php?option=com_content&task=view&id=7&Itemid=7&limit=1&limitstart=3. – Дата доступа: 20.10.2017.
13. Структура затрат на строительство дома [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://stirr-Ni.ru.a/stroyvar_zatratu.html. – Дата доступа: 03.10.2017.
14. Камни бетонные стеновые : Гос. стандарт Респ. Беларусь. СТБ-1008-95. – Минск: М-во архитектуры и строительства Респ. Беларусь, 2002.
15. Кладка стен и перегородок [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.vesteros.by/masonry.html>. – Дата доступа: 20.10.2017.
16. Керамзитобетон – строительный материал нового поколения [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://si-beton.ru/kbeton>. – Дата доступа: 20.10.2017.
17. Дубровский, Н.А. Управление эффективностью производства продукции с учетом ее жизненного цикла / Н.А. Дубровский. – Новополоцк : ПГУ, 2016. – 380 с.

Поступила 03.04.2018

CRITERION OF EFFICIENCY OF INVESTMENTS IN PRODUCTION WITH ACCOUNT OF LIFE CYCLE

N. DUBROVSKY; E. ZHDANOVA; L. PIMENOVA

The problem of evaluation of investment activity of the enterprise is considered, the main approaches to the determination of the optimality criterion on the basis of which the assessment should be carried out are described. An approach to the construction of a General criterion of investment efficiency is proposed. As a criterion of efficiency, it is proposed to use the maximum effect equal to the difference between the results and costs occurring for the entire life cycle of the product. The use of this approach as an example of evaluating the effectiveness of the use of building materials.

Keywords: production, investments, criterion of their efficiency, costs.