

УДК 69.003

ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ТЕХНИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ С УЧЕТОМ СРОКА РЕАЛИЗАЦИИ ПРОЕКТА

Белоглазова Т.Н., Романова Т.Н.*ФГБОУ ВО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет», Пермь,
e-mail: botinkin@yandex.ru*

В статье приводится анализ расчета экономической эффективности мероприятий по уменьшению энергопотребления технологических процессов и в жилищно-коммунальном хозяйстве. Эффективное внедрение технологических решений и нового оборудования должно осуществляться на основе современных методов экономического обоснования. При определении эффективности на результат оказывает влияние величина капитальных затрат, текущих затрат, горизонт расчета, норма дисконтирования, срок строительства. Критериями экономической эффективности являются чистый дисконтированный доход, срок окупаемости, внутренняя норма прибыли, индекс доходности. Для практических расчетов экономической эффективности применяются различные методики, которые учитывают разную степень детализации данных для расчета. На этапе технико-экономического обоснования ряд данных определяются по укрупненным показателям либо с использованием аналогово-статистических методов расчета. Для доступности экономических расчетов широкому кругу специалистов используются практические методы. В статье произведена оценка влияния срока строительства на экономические критерии. Для систем обеспечения микроклимата важно не только сокращать сроки строительства, но обоснованно выбирать начало вложения инвестиций, что связано с сезонным характером работы систем. При этом, если не учитывать сроки реализации, можно получить некорректные выводы экономической эффективности проекта. Методика практической оценки экономической эффективности технических решений может применяться для энергетического менеджмента на объектах жилищно-коммунального хозяйства и промышленных предприятиях.

Ключевые слова: эффективность, приведенные затраты, срок окупаемости, чистый дисконтированный доход

ECONOMIC JUSTIFICATION OF TECHNICAL SOLUTIONS TAKING INTO ACCOUNT THE PAYBACK OF THE PROJECT

Beloglazova T.N., Romanova T.N.*Perm National Research Polytechnic University, Perm, e-mail: botinkin@yandex.ru*

In the article the analysis of calculation of economic efficiency of actions are presented for reduction of energy consumption of technological processes and in housing and communal services. Effective introduction of technological decisions and the new equipment has to be carried out on the basis of modern methods of an economic justification. At determination of efficiency the size of capital expenditure, current expenses, the calculation horizon, norm of discounting, construction term exerts impacts on result. Criteria of economic efficiency are the net present value, a payback period, internal rate of return, a profitability index. Various techniques which consider different extent of specification of data for calculation are applied to practical calculations of economic efficiency. At the equipment economic justification a number of data are determined by the integrated indicators, or with use of analog and statistical methods of calculation. For availability of economic calculations to a wide range of experts practical methods are used. Results of calculation of indicators of economic efficiency are given in article. For systems of providing a microclimate important not only to reduce construction period, but is proved to choose the beginning of an investment that is connected with seasonal principle of operation of the systems. At the same time, if not to consider period of implementation of the project, it is possible to receive incorrect conclusions of economic efficiency of the project. The method of a practical assessment economic efficiency of technical solutions can be applied to power management on objects of housing and communal services and the industrial enterprises.

Keywords: economic efficiency, annual costs, payback period, net discounted profit

Совершенствование технологических процессов, снижение потребления энергии, внедрение нового оборудования является необходимым условием устойчивого развития общества. Для создания условий привлечения инвестиций и широкого внедрения новых технологий требуется разработка технико-экономического обоснования, которое определяет целесообразность проекта [1, 2]. В целом для успешной реализации технических решений важным вопросом является оценка экономической эффективности инвестиций [6, 9]. В основу всех методов

экономической оценки входит определение затрат, результатов и критериев экономической эффективности. В современных условиях находят широкое применение как классические методы экономического анализа: сравнения, абсолютных и относительных величин, группировок, балансовый, дисконтирования, так и специальные методики оценки эффективности реальных инвестиций [4, 5, 8]. Несмотря на то, что методики экономической оценки, как правило, используют одинаковые подходы, результаты расчетов могут существенно отличаться

ся. В перечисленных работах рассмотрены факторы, влияющие на экономическую эффективность инвестиций. Одним из таких факторов является срок реализации проекта (срок строительства).

Основными критериями экономической оценки являются: чистый дисконтированный доход (*ЧДД*) (также общепринятое обозначение NPV – Net present value) и чистый недисконтированный доход (*ЧД*), индекс доходности (*ИД*), внутренняя норма доходности (*ВНД*) (также общепринятое обозначение IRR – internal rate of return), срок окупаемости проекта, приведенные затраты [2, 5, 10–12]. Анализ применяемых критериев показывает, что все показатели экономической эффективности имеют свои преимущества и недостатки. Например, *ЧДД* является абсолютным показателем и испытывает существенное влияние прогноза денежного потока и динамики нормы дисконтирования. Значение показателя *ВНД* дает представление о максимальной процентной ставке за кредит для проекта. Показатель *ВНД* является относительным и не всегда выделяется самый прибыльный проект. В практической деятельности часть средств может быть выплачена в виде дивидендов, часть – инвестирована в низкодоходные активы. *ВНД* наряду со сроком окупаемости широко применяется для выявления более или менее рентабельных проектов и для их ранжирования по уровню рентабельности. При сравнении различных технических решений по *ЧДД* и *ВНД* возможно получение противоречивых результатов. В подобных случаях следует ориентироваться на показатель *ЧДД*. Показатель срок окупаемости успешно применяется для быстрой отбраковки проектов, в условиях сильной инфляции или при дефиците ликвидных средств. Поскольку для современных инвесторов характерно стремление получить максимальные доходы в кратчайшие сроки, показатель срок окупаемости является одним из значимых экономических критериев при оценке возможности реализации проекта. Методы экономической эффективности инвестиций на основе показателей *ЧДД*, *ВНД* и срока окупаемости нашли наиболее широкое применение, так как не требуют сложных вычислений и применяются в различных отраслях экономики. В различных отраслях промышленности наряду с перечисленными выше экономическими критериями используют такие критерии, как стоимость жизненного цикла, приведенные затраты, рассчитанные с учетом требований рыночной экономики. Применительно к строительной отрасли стоимость жизненного цикла здания

(*СЖЦЗ*) представляет расчетную величину совокупных затрат (издержек) в денежном выражении, которые связаны с владением здания в течение жизненного цикла. *СЖЦЗ* включают в себя расходы на выполнение строительно-монтажных работ, последующие обслуживание, эксплуатацию в течение срока их службы, ремонт, утилизацию созданного в результате выполнения работы объекта (элементов здания или здания целиком). Показатель *СЖЦЗ* применяется для сравнения альтернативных проектов, в которых реализованы одинаковые требования к характеристикам здания, но они отличаются соотношением начальных и эксплуатационных затрат. Показатель приведенных затрат ($Z_{пр}$) широко использовался в плановой экономике. При соответствующем рыночным условиям подходе показатель $Z_{пр}$ применяется для сравнения альтернативных вариантов различных технических решений [1–4, 8].

В статье приведены результаты исследования влияния срока строительства на экономические критерии при реализации технических решений в области инженерных систем обеспечения микроклимата (ИСОМ) зданий и внедрения энергоэффективных мероприятий. Практическая деятельность при строительстве и реконструкции ИСОМ приводит к необходимости разработки упрощенных методик расчета, которые не требуют специальной подготовки и трудоемких расчетов [4, 8–10]. Выполнение экономических расчетов связано с необходимостью обоснованного выбора таких критериев, как норма дисконтирования, инфляция, ставка рефинансирования. Все эти критерии тесно связаны и принимаются на основе ретроспективного анализа экономики отрасли. Другим вопросом является определение капитальных и эксплуатационных затрат. Как правило, на стадии обоснования инвестиций, информация о проекте недостаточно точна. Поэтому прогнозирование капитальных и текущих затрат осуществляется на основе аналоговых, статистических и расчетно-аналоговых методов. Данные методы находятся в неразрывной зависимости от технологических факторов. Для инженерной инфраструктуры города и ИСОМ используются практические методы, учитывающие особенности строительства и функционирования [3, 6–8, 10]. В ряде случаев, с учетом социального характера ИСОМ, либо отсутствия необходимости определять доходность именно данной системы (например, доходность системы отопления и вентиляции в учреждениях здравоохранения), проекты могут обладать отрицательным значением чистого дискон-

тированного дохода. В этом случае, чтобы избежать ошибок при расчете, возможно пользоваться показателем приведенных затрат, которые определяются на основе приемов рыночной экономики [8].

С другой стороны, норма дисконтирования, период расчета, инфляция зависят от отрасли, для которой осуществляется экономическое обоснование, и состояния экономики в целом. Темпы инфляции в строительстве и энергетике имеют неоднородный и неравномерный характер. Можно отметить, что стоимость энергоресурсов ежегодно растет и превышает рост цен в строительстве. При экономической оценке мероприятий по энергетической эффективности целесообразно учитывать превышение роста цен на энергоносители над общим уровнем инфляции в гражданском строительстве.

Формулы для определения экономических критериев отличаются по степени детализации в них исходных данных.

$$\Phi_{\text{инт}} = \sum_{n=0}^T \frac{\Phi_n}{(1+E)^n}, \quad (1)$$

где $\Phi_{\text{инт}}$ – интегральный дисконтированный эффект, руб., Φ_n – эффект шага n , руб., E – норма дисконтирования, д. ед., T – расчетный период (горизонт расчета), лет, n – шаг расчетного периода, год.

Зависимость (1) была положена в основу практической методики (далее Методика 1) для экономической оценки технических решений в области ИСОМ [2–4, 8]. Варианты технических решений сравниваются по приведенным затратам, чистому дисконтированному доходу и сроку окупаемости. Одним из критериев, который оказывает влияние на экономическую эффективность является срок строительства.

Приведенные затраты ($Z_{\text{пр}}$, руб./год) и чистый дисконтированный доход (ЧДД, руб.) определяются по формулам

$$Z_{\text{пр}} = \alpha K + T - D, \quad (2)$$

где K – капитальные затраты, руб.; T – текущие затраты, руб./год; D – доходность варианта, руб./год; α – эмпирический коэффициент;

$$\text{ЧДД} = \beta \times (-Z_{\text{пр}}), \quad (3)$$

где β – коэффициент дисконтирования.

Значение эмпирических коэффициентов α и β учитывают сроки строительства, горизонт расчета, а также норму дисконтирования. Норма дисконтирования обоснована с учетом характера изменения цен на строительство и энергоресурсы с учетом регионального характера (Пермский край). Значения коэффициента α и β приведены

в пособии [8] в табличной форме, в зависимости от горизонта расчета, срока строительства и нормы дисконтирования. Норма дисконтирования для проектов в области ИСОМ и энергосберегающих мероприятий для краткосрочных инвестиций составляет $E = 0,12$, среднесрочных $E = 0,11$ и долгосрочных $E = 0,10$, обоснована по данным ретроспективных исследований факторов экономики. Период (горизонт расчета), для которого определяются экономические критерии, назначается либо исходя из срока службы систем и оборудования, либо по технологическим данным, либо по согласованию с инвестором. Значения коэффициента α и β для горизонтов расчета 50, 100, и 200 месяцев при продолжительности строительства 1, 2, 4, 6, и 12 месяцев приведены в табл. 1.

Срок окупаемости определяется исходя из условия $Z_{\text{пр}} = 0$. Из формулы 2 определяется коэффициент α . По данным табл. 1 интерполяцией определяется горизонт расчета, который и будет сроком окупаемости. Примеры расчетов экономических критериев эффективности с учетом срока строительства приведены в нескольких работах [2, 3, 10, 11].

На конкретном примере в табл. 2 рассмотрен вопрос влияния срока строительства на критерии экономической эффективности, рассчитанные по формулам 2, 3 (Практическая методика). В результате экономического обоснования для вариантов теплоснабжения двухэтажного многоквартирного жилого дома общей площадью 518 м² были определены капитальные затраты ($K = 2\,056\,600$ руб.) при поквартирном теплоснабжении [3]. Доход ($D = 591\,023$ руб./год) является относительным при сравнении текущих затрат для систем децентрализованного и централизованного теплоснабжения аналогично расчету, произведенному в работе [3].

В табл. 2 приведен также расчет экономических критериев по методике, изложенной в работах [10–12] (далее Методика 2) с использованием формул 4, 5.

$$\text{ДД}_a = \Delta D \cdot [1 - (1+r)^{-T_{\text{сл}}}] / r - K, \quad (4)$$

где ДД_a – чистый дисконтированный доход, руб.; β – коэффициент дисконтирования, K – инвестиции в энергосберегающие мероприятия, руб., ΔD – ежегодный размер экономики, руб., $T_{\text{сл}}$ – срок эксплуатации энергосберегающих технологий, годы, r – норма дисконтирования, д. ед.

$$T_a = -\ln[1 - r \cdot T_0] / \ln(1+r), \quad (5)$$

где T_a – срок окупаемости, лет; T_0 – бездисконтный срок окупаемости, ($T_0 = K/\Delta D$), лет.

Таблица 1

Значения коэффициента α и β

Продолжительность строительства, месяцы	Горизонт расчета, месяцы					
	50 (норма дисконтирования $E = 0,12$)		100 (норма дисконтирования $E = 0,11$)		200 (норма дисконтирования $E = 0,10$)	
	α	β	α	β	α	β
1	0,3212	3,2229	0,1907	5,4597	0,1234	8,2337
2	0,3271	3,1411	0,1921	5,3778	0,1237	8,1516
4	0,3396	2,9799	0,1951	5,2161	0,1247	7,9895
6	0,3534	2,8216	0,1982	5,0572	0,1252	7,8300
12	0,4037	2,3645	0,2084	4,5968	0,1276	7,3663

Таблица 2

Расчет чистого дисконтированного дохода и срока окупаемости

Срок строи- тельства, мес.	Методика 1		Методика 2	
	Чистый дисконтированный доход, ЧДД, руб.	Срок окупае- мости, лет	Чистый дисконтирован- ный доход, ДД _а , руб.	Срок окупае- мости Т _а , лет
Горизонт расчета 50 мес. (4,17 года)				
1	– 224175,00	не окупается	– 201730,736	не окупается
2	– 256599,16		– 201730,736	
4	– 320036,37		– 201730,736	
6	– 383115,27		– 201730,736	
12	– 565650,87		– 201730,736	
Горизонт расчета 100 мес. (8,3 года)				
1	1085548,77	5,2	1063802,73	4,6
2	1053780,66	5,4	1063802,73	4,6
4	989913,23	5,7	1063802,73	4,6
6	927515,16	5,9	1063802,73	4,6
12	746647,01	6,6	1063802,73	4,6
Горизонт расчета 200 мес. (16,7 года)				
1	2776721,13	5,2	2646960,54	4,5
2	2744004,47	5,4	2646960,54	4,5
4	2673006,91	5,7	2646960,54	4,5
6	2611592,20	5,9	2646960,54	4,5
12	2420572,37	6,6	2646960,54	4,5

Результаты расчета показывают, что техническое решение не окупается в пределах 4 лет как по Методике 1, так и по Методике 2.

Расчет по Методике 1 показывает, что экономические критерии изменяются при увеличении срока строительства: чистый дисконтированный доход уменьшается на 31% при горизонте расчета 100 месяцев и на 13% при горизонте расчета 200 месяцев; продолжительность срока окупаемости увеличивается на 27%.

Разница экономических показателей, полученных по Методике 1 и Методике 2, увеличивается при увеличении срока стро-

ительства. Относительная разница в результатах расчета срока окупаемости составляет от 11 до 24%.

Эффективность вложения инвестиций, которые реализуются в течение 4 месяцев и более, существенно зависит от срока строительства.

Для ИСОМ, таких как теплоснабжение, отопление, вентиляция, кондиционирование, характерна сезонная эксплуатация. Поэтому для данных систем необходимо учитывать ряд особенностей при выборе сроков начала строительства и продолжительности строительства. Например, котельная со сроком

строительства 10 месяцев предназначена для обеспечения тепловой энергией жилого района, постепенная застройка которого будет вестись в течение 30 месяцев. Начало строительства жилого района совпадает с началом строительства котельной. Планируемая мощность котельной будет востребована через 30 месяцев после начала строительства района. Но для определения эффективности инвестиций в котельную будет неверным считать условный срок строительства равным 10 месяцев, поскольку после 10 месяцев будет востребована только малая часть единовременных затрат. Также нельзя считать условный срок строительства равным 30 месяцам с начала строительства котельной, так как в течение этого срока к тепловой сети будут присоединены постепенно все объекты района. Если условный срок строительства принять равным 30 месяцев, не будет учтено, что часть капитальных затрат была востребована ранее этого срока. Если дополнительные указания срок строительства рекомендуется принять как среднее арифметическое значение (т.е. в рассмотренном примере 20 месяцев).

Поэтому сокращение срока реализации проекта и своевременный ввод в эксплуатацию объектов строительства является одним из важнейших условий экономической эффективности. Для сокращения сроков строительства необходимы комплексные решения, включающие своевременное и необходимое финансирование, организационно-технологические мероприятия, связанные с применением современного оборудования и методов логистики.

Список литературы

1. Белоглазова Т.Н. Экономическое сравнение затрат и эффективности энергосберегающих мероприятий на объектах общественного назначения / Т.Н. Белоглазова, А.И. Бурков, А.В. Гришкова // Вестник ПГТУ. Урбанистика. – 2011. – № 1. – С. 123–128.
2. Белоглазова Т.Н., Романова Т.Н. Обоснование внедрения нетрадиционных и возобновляемых источников энергии для жилых домов с учетом региональных факторов // Современные проблемы науки и образования. – 2015. – № 1.; URL: <http://www.science-education.ru/121-18057> (дата обращения: 24.03.2015).
3. Белоглазова Т.Н., Романова Т.Н. Теплоснабжение малоэтажного многоквартирного жилого дома от газовой котельной для условий города Перми // Современные проблемы науки и образования. – 2015. – № 1.; URL: <http://www.science-education.ru/121-19712> (дата обращения: 13.06.2015).
4. Варварский В.С. Упрощенная методика технико-экономического расчета обоснованности мероприятий по энергосбережению в рыночных условиях / В.С. Варварский, М.А. Жуков, Б.М. Красовский // Промышленная энергетика. – 1995. – № 2.
5. Виленский П.Л. О методологии оценки эффективности реальных инвестиционных проектов / П.Л. Виленский, В.Н. Лившиц, С.А. Смоляк, А.Г. Шахназаров // Российский экономический журнал. – 2006. – № 9–10. – С. 63–73.
6. Виленский П.Л. Оценка эффективности инвестиционных проектов: Теория и практика. Учебное пособие. – 3-е изд., испр. и доп. / П.Л. Виленский, В.Н. Лившиц, С.А. Смоляк. – М.: Дело, 2004. – 888 с.
7. Калинин Н.А. Условия адаптации транспортных сетей к погодноклиматической неустойчивости на территории Пермского края / Н.А. Калинин, О.Ю. Булгакова, К.А. Казакова, О.Г. Пенский // Вестник Удмуртского университета. Серия 6. Биология. Науки о земле. – Ижевск, 2011. – Выпуск 4. – С. 127–131.
8. Красовский Б.М. Прикладное использование практической методики экономической оценки вариантов технических решений: Метод. рекомендации к курсовому проектированию / Б.М. Красовский, Т.Н. Белоглазова, А.М. Колпаков, Т.И. Меркушев – Перм. гос. техн. ун-т, Пермь, 2001. – 16 с.
9. 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. Косов, В. Н. Лившиц, А. Г. Шахназаров. – офиц. изд. – М.: Экономика, 2000. – 424 с.
10. Руководство по оценке экономической эффективности инвестиций в энергосберегающие мероприятия / А.Н. Дмитриев, И.Н. Ковалев, Ю.А. Табунщиков, Н.В. Шилкин. – М.: АВОК-ПРЕСС, 2005. – 120 с.
11. Самарин О.Д. Вопросы экономики в обеспечении микроклимата зданий. Научное издание. 2-е изд. перераб. и доп. / О.Д. Самарин. – М.: Издательство АСВ, 2015. – 136 с.
12. Табунщиков Ю.А. Выбор эффективных систем газораспределения / Ю.А. Табунщиков, Д.В. Коптев, В.А. Жила, А.К. Клочко, Е.Б. Соловьева // Вестник МГСУ. – 2011. – № 8. – С. 222–229.

References

1. Beloglazova T.N. Jekonomicheskoe sravnenie zatrat i jeffektivnosti jenergoberegajushhih meroprijatij na obektah obshhestvennogo naznacheniya / T.N. Beloglazova, A.I. Burkov, A.V. Grishkova // Vestnik PGTU. Urbanistika. 2011. no. 1. pp. 123–128.
2. Beloglazova T.N., Romanova T.N. Obosnovanie vnedreniya netradicionnyh i vozobnovljajemyh istochnikov jenergii dlja zhilyh domov s uchetom regionalnyh faktorov // Sovremennye problemy nauki i obrazovanija. 2015. no. 1.; URL: <http://www.science-education.ru/121-18057> (data obrashhenija: 24.03.2015).
3. Beloglazova T.N., Romanova T.N. Teplosnabzhenie maloletazhnogo mnogokvartirnogo zhilogo doma ot gazovoj kotelnoj dlja uslovij goroda Permi // Sovremennye problemy nauki i obrazovanija. 2015. no. 1.; URL: <http://www.science-education.ru/121-19712> (data obrashhenija: 13.06.2015).
4. Varvarskij V.S. Uproshhennaja metodika tehniko-jekonomicheskogo rascheta obosnovannosti meroprijatij po jenergoberezeniju v rynochnyh uslovijah / V.S. Varvarskij, M.A. Zhukov, B.M. Krasovskij // Promyshlennaja jenergetika. 1995. no. 2.
5. Vilenskij P.L. O metodologii ocenki jeffektivnosti realnyh investicionnyh proektov / P.L. Vilenskij, V.N. Livshic, S.A. Smoljak, A.G. Shahnazarov // Rossijskij jekonomicheskij zhurnal. 2006. no. 9–10. pp. 63–73.
6. Vilenskij P.L. Ocenka jeffektivnosti investicionnyh proektov: Teorija i praktika. Uchebnoe posobie. – 3-e izd., ispr. i dop. / P.L. Vilenskij, V.N. Livshic, S.A. Smoljak. M.: Delo, 2004. 888 p.
7. Kalinin N.A. Uslovija adaptacii transportnyh setej k pogodno-klimaticheskoj neustojchivosti na territorii Permskogo kraja / N.A. Kalinin, O.Ju. Bulgakova, K.A. Kazakova, O.G. Penskij // Vestnik Udmurtskogo universiteta. Serija 6. Biologija. Nauki o zemle. Izhevsk, 2011. Vypusk 4. pp. 127–131.
8. Krasovskij B.M. Prikladnoe ispolzovanie prakticheskij metodiki jekonomicheskij ocenki variantov tehniceskikh reshenij: Metod. rekomendacii k kursovomu proektirovaniju / B.M. Krasovskij, T.N. Beloglazova, A.M. Kolpakov, T.I. Merkushev Perm. gos. tehn. un-t, Perm, 2001. 16 p.
9. Metodicheskie rekomendacii po ocenke jeffektivnosti investicionnyh proektov: vtoraja red.: utv. gos. kom. po stroit., arhit. i zhil. politike no. VK 477 ot 21.06.1999 g. / Ruk. avt. kol.: V.V. Kosov, V. N. Livshic, A. G. Shahnazarov. –ofic. izd. M.: Jekonomika, 2000. 424 p.
10. Rukovodstvo po ocenke jekonomicheskij jeffektivnosti investicij v jenergoberegajushhie meroprijatija / A.N. Dmitriev, I.N. Kovalev, Ju.A. Tabunshhikov, N.V. Shilkin. M.: AVOK-PRESS, 2005. 120 p.
11. Samarina O.D. Voprosy jekonomiki v obespechenii mikroklimate zdaniy. Nauchnoe izdanie. 2-e izd. pererab. i dop. / O.D. Samarina. M.: Izdatelstvo ASV, 2015. 136 p.
12. Tabunshhikov Ju.A. Vybore jeffektivnyh sistem gazorasprelenija / Ju.A. Tabunshhikov, D.V. Koptev, V.A. Zhila, A.K. Klochko, E.B. Soloveva // Vestnik MGSU. 2011. no. 8. pp. 222–229.