

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ИНВЕСТИЦИОННЫХ ВЛОЖЕНИЙ В ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИЕ МЕРОПРИЯТИЯ

Л.С. ГЕРАСИМОВИЧ, академик ААН РБ, д.т.н.; В.В. ШИРШОВА, к.т.н. (БГАТУ)

Для Беларуси — страны с ограниченными собственными энергоресурсами — в условиях роста цен на энергоносители проблема энергосбережения является одной из наиболее важных и приоритетных. Известно, что потенциальная эффективность энергосбережения для АПК и страны в целом огромна. Однако в реальных условиях эффект зачастую оказывается значительно ниже ожидаемого и даже наблюдаются убытки. Одна из причин такого положения — отсутствие методики технико-экономического обоснования (ТЭО), позволяющей адекватно оценить эффективность энергосберегающих мероприятий (ЭСМ) в АПК.

В то же время определение экономической эффективности капиталовложений является одним из наиболее ответственных этапов предынвестиционных исследований, позволяющих выбрать наиболее эффективные варианты технических решений. Необходимо отметить, что сложившееся у нас понимание экономического анализа существенно отличается от принятого за рубежом. В нашей практике доминирует одновариантный и нередко формальный анализ. В западных странах упор делают на поиск эффективных решений и многовариантные проработки.

Цель данной статьи заключается в привлечении внимания научно-инженерной общественности к неудовлетворительному состоянию ТЭО инженерных решений в области энергосбережения и к необходимости усовершенствования методологии ТЭО.

При оценке эффективности мероприятий, включаемых в республиканские программы по энергосбережению, в качестве оценочного критерия, как правило, используется *статический (элементарный) срок окупаемости* капиталовложений, что объясняется простотой его расчета и ясностью для понимания. Данный показатель в определенной степени сигнализирует о степени рискованности проекта, так как с увеличением расчетного срока возврата инвестированных сумм возрастает вероятность неблагоприятного развития ситуации, способное опрокинуть все аналитические расчеты. Однако этот показатель имеет существенные недостатки: он не учитывает сроки службы оборудования, а также тот факт, что разное оборудование обеспечивает различную сумму прибыли за период эксплуатации. Кроме этого, следует учесть, что проект, удовлетворяющий по *статическому сроку окупаемости*, может оказаться неприемлемым по *динамическому сроку окупаемости*, основанному на дисконтных оценках. Поэтому для объективной оценки сравниваемых вариантов применение показателя *срок окупаемости* ограничено следующими обязательными условиями:

- 1) одинаковый срок службы сопоставляемого оборудования;
- 2) сопоставляемые проекты предполагают разовое вложение первоначальных инвестиций.

В силу указанных причин *срок окупаемости* не может использоваться в качестве основно-

го критерия оценки приемлемости инвестиций. Его целесообразно применять как дополнительный показатель, расширяющий представление об оцениваемых энергосберегающих проектах.

В настоящей работе изложены основные положения методики расчета ТЭО ЭСМ, базирующейся на современной международной и отечественной практике [1-2]. Отличительная особенность этих расчетов состоит в том, что они позволяют учесть:

— сроки службы и надежность оцениваемого оборудования, что весьма важно при сравнительной оценке вариантов технических средств;

— цену капитала инвестора и изменение ценности денег во времени, что характерно для рыночной экономики.

Для учета последнего фактора при оценке эффективности инвестиций применяется специальный прием, называемый дисконтированием. Под *дисконтированием* понимается приведение всех будущих доходов и расходов к первоначальному моменту времени (началу реализации проекта).

При расчете эффективности инвестиций в ЭСМ необходимо различать два случая:

1) энергосберегающее оборудование предназначено для применения на вновь строящихся объектах (ЭСМ первой группы).

В первую очередь, сюда относятся проекты затратного характера, связанные со строительством и монтажом объектов инженерной инфраструктуры (отопление и вентиляция, водоснабже-

ние, освещение зданий и т.п.). В этом случае необходимо произвести сравнение нескольких альтернативных вариантов технических решений с точки зрения их экономической целесообразности. Такие проекты могут отличаться друг от друга сроками службы и надежностью конструкций и оборудования, потерями энергии, размером капиталовложений и текущих затрат. Как правило, вариант, в котором задействовано энергосберегающее оборудование, связан с дополнительными капиталовложениями и меньшим размером текущих издержек. Для таких задач оптимальный вариант следует выбирать по критерию «затраты»;

2) энергосберегающее оборудование предназначено для модернизации основных средств на действующих объектах (ЭСМ второй группы).

Такие проекты связаны либо с установкой дополнительного энергосберегающего оборудования (теплообменники, автоматические регуляторы энергопотребления и т.п.), либо с заменой старого оборудования на новое, менее энергоемкое. Для таких задач оптимальный вариант следует выбирать по показателям доходности капиталовложений.

Для всестороннего анализа эффективности инвестиций в ЭСМ требуется комплекс расчетов взаимосвязанных показателей, к которым относятся: натуральные технико-экономические показатели (ожидаемая годовая экономия энергоресурсов и др.); исходные стоимостные показатели; критерии экономической эффективности технических решений.

Исходные стоимостные показатели являются базой для последующего расчета критериев эффективности инвестиций в ЭСМ. К ним относятся капиталовложения, годовые текущие издержки, экономия текущих издержек (прирост прибыли) и доход от инвестиций.

Капиталовложения (К) рассчитываются на основании сто-

имости технических средств (ТС), затрат на монтаж, транспорт, наладку и услуги. Для разрабатываемых (создаваемых) ТС стоимость устанавливается согласно калькуляции стоимости работ; для закупаемых – по цене приобретения. Для расчета капиталовложений, при необходимости, составляются сметы на приобретение и монтаж основных средств.

Текущие издержки (С), в случае приобретения новых или замены действующих ТС, при сравнении вариантов инвестиций представляются суммой элементов затрат:

$$C = A + P + \mathcal{E}, \quad (1)$$

где A – амортизационные отчисления; P – ремонт и обслуживание ТС; \mathcal{E} – стоимость потребляемых энергоресурсов.

Экономия текущих затрат при внедрении ЭСМ в случае приобретения новых ТС:

$$\Delta C = C_c - C_n = \Delta \mathcal{E} - (A + P), \quad (2)$$

где C_c , C_n – эксплуатационные издержки соответственно до и после внедрения мероприятия, $\Delta \mathcal{E}$ – стоимость сэкономленных энергоресурсов.

Экономия текущих затрат при внедрении ЭСМ в случае замены действующего оборудования на более совершенный аналог:

$$\Delta C = \Delta \mathcal{E} - [(A_n + P_n) - (A_c + P_c)], \quad (3)$$

где A_n , A_c – амортизационные отчисления по новому и заменяемому оборудованию; P_n , P_c – затраты на ремонт и обслуживание нового и заменяемого оборудования.

Прибыль предприятия (П) от внедрения ЭСМ соответствует экономии текущих издержек:

$$П = \Delta C. \quad (4)$$

Чистая прибыль (ЧП) предприятия определяется с учетом налога на прибыль:

$$ЧП = П(1 - C_{нп} / 100), \quad (5)$$

где $C_{нп}$ – действующая ставка налога на прибыль.

Доход от инвестиций (годовой инвестиционный доход Д) согласно общепринятым методикам [1,2] определяется по выражению:

$$Д = ЧП + (A_n - A_c). \quad (6)$$

В инвестиционный доход, как это видно из выражения (6), включаются амортизационные начисления (поступления), поскольку они являются источником финансирования капиталовложений. Здесь также учтены налоги, изменяющиеся при реализации данного инвестиционного проекта, что немаловажно в условиях хозяйственной самостоятельности предприятий.

Критерии экономической эффективности инвестиций в ЭСМ первой и второй групп различны.

Для мероприятий первой группы задача ТЭО сводится к выбору такого альтернативного варианта, который будет сопряжен с наименьшими годовыми совокупными дисконтированными затратами (СДЗ) по сравниваемым вариантам:

$$СДЗ_1 = \frac{K_1}{\alpha_{T1}} + (P_1 + \mathcal{E}_1)$$

$$СДЗ_2 = \frac{K_2}{\alpha_{T2}} + (P_2 + \mathcal{E}_2 + \Delta H). \quad (7)$$

где, соответственно: K – капиталовложения; P – затраты на ремонт и техобслуживание оборудования; \mathcal{E} – стоимость энергоресурсов; α_T – коэффициент дисконтирования ежегодного дохода, получаемого в течение расчетного периода (дисконтирующий множитель), лет; ΔH – изменение налога на прибыль.

Дисконтирующий множитель вычисляется по выражению:

$$\alpha_T = [1 - (1+E)^{-T}] / E, \quad (8)$$

где E – принятая процентная ставка (норма дисконта), отн.ед.; T – срок службы ТС.

Величина E определяется исходя из приемлемого и реально достижимого уровня доходности вложений. Процентная ставка играет роль базового уровня, в сравнении с которым оценивается эффективность ЭСМ.

Изменение налога на прибыль H определяется по формуле:

$$\Delta H = C_{нп} [(A_1 + P_1 + \mathcal{E}_1) - (A_2 + P_2 + \mathcal{E}_2)] / 100. \quad (9)$$

Метод выбора вариантов инвестирования по показателю *СДЗ* имеет особое значение для бюджетной сферы и неприбыльных организаций, где весьма актуален вопрос о наиболее рациональном использовании ограниченных инвестиционных ресурсов.

Если *СДЗ* сравниваемых вариантов ЭСМ отличаются незначительно (не более, чем на 5-6%), то для выбора варианта выполняется технико-экономический анализ по комплексу показателей. В качестве таких показателей могут служить: технические характеристики (экономия энергоресурсов по натуральным показателям, качество регулирования, параметры надежности, срок службы); удобство в эксплуатации; комплектность; возможности дальнейшей модернизации; фирма, (страна) - производитель оборудования; цена (в том числе стоимость проектных работ, демонтажа старого оборудования и монтажа нового, сроки монтажа и др.); наличие и уровень сервисных служб; уровень квалификации обслуживающего персонала; стоимость обслуживания.

Следует ограничить применение критерия *СДЗ* областью ЭСМ первой группы, так как имеют место ситуации, когда принятый (по минимуму *СДЗ*) лучший вариант может дать отрицательную прибыльность инвестиций.

С целью выбора оптимального варианта из нескольких ЭСМ второй группы рекомендуется использовать следующие критерии: *максимум чистого дисконтированного дохода за расчетный период; максимальный индекс доходности проекта; минимальный срок окупаемости капиталовложений.*

Чистый дисконтированный доход ЧДД (или NPV) показывает весь эффект (выигрыш) инвестора, приведенный во времени к началу расчетного периода. Прирост богатства определяется в сравнении с нормативным приростом на уровне базовой ставки.

Так, ЧДД в 500 тыс. у. е. означает, что за расчетный период инвестор, во-первых, возвращает вложенный собственный капитал, во-вторых, получает нормативный доход на уровне базовой ставки и, в-третьих, дополнительно получает сумму, эквивалентную 500 тыс. у.е. в начале расчетного периода. Проект целесообразен при $ЧДД \geq 0$.

ЧДД определяется из выражения:

$$ЧДД = \sum_{i=1}^T \frac{D_i}{(1+E)^i} - K_H, \quad (10)$$

где D_i - доход, получаемый на t -ом шаге расчета; T - расчетный период, или горизонт расчета; K_H - капиталовложения, приведенные во времени к началу расчетного периода.

Если расчетный период равен нормативному сроку службы оборудования, что имеет место в большинстве случаев, то приведенные капиталовложения равны первоначальным, т.е. $K_H = K$.

Если же срок службы ТС меньше расчетного периода ($t_{сл} < T$), то значение K_H , входящее в выражение (10), следует определять с учетом т.н. вторичных капиталовложений по формуле:

$$K_H = \sum_{i=0}^T \frac{K_i}{(1+E)^i} \quad (11)$$

Если соблюдается условие $D_i = const$, то ЧДД определяют по упрощенной формуле:

$$ЧДД = D \cdot \alpha_T - K_H \quad (12)$$

Основной недостаток критерия ЧДД в том, что это абсолютный показатель, а потому он не может дать информации об экономической устойчивости проекта. Имеется в виду следующее: если допущена ошибка в прогнозе денежного потока, насколько велика опасность того, что проект, который ранее оценивался как прибыльный, окажется убыточным?

Индекс доходности проекта ИД (или PI) показывает, во сколько раз увеличиваются вло-

женные собственные средства за расчетный период в сравнении с нормативным увеличением на уровне базовой ставки. Он представляется в виде выражения:

$$ИД = \frac{ЧДД}{K_H} + 1. \quad (13)$$

Проект целесообразен при $ИД \geq 1$.

Этот критерий наиболее предпочтителен, когда необходимо ранжировать независимые проекты по эффективности для создания оптимального портфеля при ограниченности общего объема инвестиций. Кроме того, критерий ИД, в отличие от ЧДД, несет информацию и об экономической устойчивости проекта. Так, значение данного показателя, равное 1,05, показывает, что при росте затрат на 10% значение индекса доходности может упасть ниже допустимого уровня, т.е. станет менее 1,00. Таким образом, становится возможным быстро оценить рискованность конкретной инвестиции.

Как уже отмечалось выше, различают *статический (элементарный) и динамический срок окупаемости капиталовложений.*

Динамический срок окупаемости T_0 (или DPB) соответствует времени, за которое инвестор возвратит израсходованные средства и получит нормативный доход на уровне принятой ставки. Он рассчитывается по накопительному дисконтированному доходу из уравнения

$$\sum_{i=1}^{T_0} \frac{D_i}{(1+E)^i} = K, \quad (14)$$

решаемого относительно T_0 .

Статический срок окупаемости T_0 (или PB) определяется по формуле:

$$T_0^{ст} = \frac{K}{D_i} \quad (15)$$

Динамический срок окупаемости, в отличие от простого, учитывает стоимость капитала и отражает реальный период окупаемости. Капиталовложения целесообразны при условии, что срок

окупаемости не превышает задаваемую величину.

Если все оценочные критерии однозначно свидетельствуют о приоритетности одного из многих проектов, то он признается наиболее целесообразным и принимается к внедрению. Однако на практике может сложиться ситуация, когда каждый вариант будет по-своему привлекателен для инвестора (например, по ЧДД будет лучшим вариант 1, по ИД - вариант 2, а по сроку окупаемости инвестиций - вариант 3). В такой ситуации действует условие предварительного выявления самим инвестором принципиально приоритетного критерия, по которому принимается решение. Выбор критерия зависит от многих факторов (ограничений по сроку окупаемости проекта, наличия риска, и др.) и предопределяется особенностями реальной ситуации.

В условиях инфляции корректируется либо прогнозный денежный поток, либо базовая процентная ставка. В связи с этим возможны два метода расчета эффективности капиталовложений с учетом инфляции, которые дают практически одинаковый результат для энергосберегающих проектов.

Первый метод - расчет в текущих ценах - предполагает, что специалист, разрабатывающий ТЭО, имеет возможность прогнозировать будущие цены на энергоресурсы, которые будут сэкономлены в результате данного проекта, и их изменение будет учтено в расчетах. В этом случае в качестве ставки дисконта используют номинальную ставку доходности, т.е. ту ставку, которая учитывает существующий темп инфляции.

Второй метод - расчет в постоянных ценах - применяется в тех случаях, когда разработчикам ТЭО трудно прогнозировать будущие инфляционные тенденции. Тогда в расчет закладываются доходы и расходы в постоянных,

действующих на сегодняшний момент, ценах. При этом ставка доходности берется в реальном измерении, т.е. очищается от инфляции. Формула для определения реальной ставки:

$$E_p = \frac{1 + E_n}{1 + E_m} - 1 \quad (16)$$

где E_n - номинальная ставка в относительных единицах; E_m - среднегодовой темп инфляции (ожидаемый).

На практике в основном применяют ставку 10% ($E=0,1$), что соответствует расчетам в постоянных ценах и обеспечивает сопоставимость проектов.

Формы ТЭО энергосберегающих мероприятий.

Предлагаемые формы ТЭО позволяют проводить расчет и анализ ЭСМ в табличном виде. В качестве примера рассмотрим альтернативные ЭСМ, предусматри-

вающие использование вентиляционных установок с теплоутилизаторами. Такие мероприятия относятся к ЭСМ второй группы.

ФОРМЫ ТЭО ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИХ МЕРОПРИЯТИЙ второй группы

Наименование проекта :

Вентиляционная установка с утилизатором теплоты (предлагаемое к внедрению оборудование)

Характер мероприятия:

замена существующей вентустановки (замена, модернизация существующего оборудования, установка дополнительного оборудования)

Достоинства предлагаемого мероприятия: Экономия тепловой энергии на нагрев приточного воздуха, автоматическая работа установки, компактность, комплектность.

1. Исходные данные

№ п.п.	Наименование	Обозначение	Единица измерения	Значение (количество)		
				Существующее	Предлагаемое оборудование	
				Вариант1 ПВ-267В (наименование)	Вариант2 О-266А (наименование)	Вариант3 (наименование)
1	Количество устройств	ПВ-В1 (тип)	шт.	1	1	1
2	Установленная электрическая мощность одного устройства	P_i	кВт	6,9	8,4	6,5
3	Тепловая мощность одного устройства	Q_i	кВт	140	43	27
4	Продолжительность работы системы	t	ч/год	4160	4160	4160
5	Срок службы устройства	t_c	лет	15	15	15
6	Срок службы заменяемых элементов устройства	$t_{c,1}$	ч	-	-	-
7	Стоимость одного устройства	C_i	USD	8600	11900	16100
8	- в том числе стоимость заменяемых элементов устройства	$C_{i,1}$	USD	-	-	-
9	Цена электрической энергии для предприятия	C_e	USD/ кВт·ч	0,034	0,034	0,034
10	Цена тепловой энергии для предприятия	C_t	USD/ кВт·ч	0,038	0,038	0,038

Примечания: 1) Существующий вариант - приточно-вытяжная вентсистема без утилизации теплоты (ПВ-267В). 2) Вариант 1 - то же с перекрестным утилизатором "воздух-воздух" (Х-266А). 3) Вариант 2 - то же с вращающимся утилизатором "воздух-воздух" (О-266А). 4) Для всех вариантов воздухопроизводительность принята 10000 м³/ч. 5) Расчетная теплопроизводительность для каждого варианта равна 140кВт. В п.3 показана установленная мощность калориферов. 6) Исходные условия приняты для г.Минска.

2. Капиталовложения и годовые показатели

Наименование оборудования	Капиталовложения K, USD	Расход электроэнергии, W, кВт.ч	Расход тепловой энергии, Q, кВт.ч	Затраты на замену (вторичные капиталовложения), K ₂ , USD	Затраты на текущий ремонт, P, USD
ПВ-267В (существующее оборудование)	-	28704	316720	-	172
Х-266А (вариант 1 замены)	14280	34944	98183	-	410
С-266А (вариант 2 замены)	19320	27040	60176	-	558

3. Показатели экономической эффективности для мероприятий второй группы

№ п.п	Наименование показателя	Единица измерения	Вариант 1	Вариант 2
1	2	3	4	5
1	Годовая экономия тепловой энергии, ΔQ	кВт.ч	218537	256544
2	Годовая экономия эл. энергии, ΔW	кВт.ч	-6240	1664
3	Годовая экономия топлива, ΔB	т у. т.	-	-
4	Стоимость сэкономленных энергоресурсов, $\Delta \mathcal{E}$	USD	8092	9805
5	Годовой инвестиционный доход, D	USD	5784	6980
6	Срок окупаемости капиталовложений, T _о	лет	2,98	3,34
7	Чистый дисконтированный доход за расчетный период, ЧДД	USD	29714	33773
8	Индекс доходности проекта ИД	отн. ед.	3,08	2,75

Расчеты выполнены в ценах на: 01.2001

4. Показатели экономической эффективности для мероприятий первой группы

№ п.п	Наименование показателя	Единица измерения	Вариант 1	Вариант 2
1	2	3	4	5
1	Годовая экономия тепловой энергии, ΔQ	кВт.ч / год		
2	Годовая экономия эл. энергии, ΔW	кВт.ч / год		
3	Годовая экономия топлива, ΔB	т у. т. / год		
4	Стоимость сэкономленных энергоресурсов, $\Delta \mathcal{E}$	USD		
5	Затраты на ремонт и обслуживание оборудования, P	USD		
6	Годовые совокупные дисконтированные затраты СДЗ	USD		

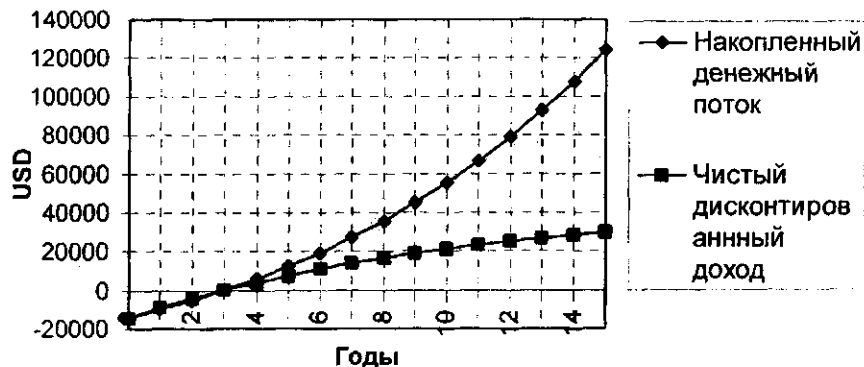


Рис. 1. Экономический профиль проекта 1 при финансировании за счет собственных средств. Принятая ставка 10%.

Заключение по проекту: Оба проекта целесообразны. Но так как в настоящее время наблюдается дефицит энергоносителей, то с учетом оценки энергетической эффективности предпочтение можно отдать варианту 2, где более значительна экономия энергоресурсов в натуральном исчислении и больше размер ЧДД. В условиях жесткой ограниченности инвестиционных ресурсов допустимо отдать предпочтение варианту 1, у которого эффективность в расчете на рубль капиталовложений выше.

Исполнители расчета

(подписи, дата, Ф.И.О.)

Графическая интерпретация итоговых показателей проекта показана на рис. 1. Представленные в таблицах и на графике экономические показатели получены с использованием компьютерной программы «Бизнес-план».

Для ЭСМ первой группы форма ТЭО представлена в табл. 4.

Расчеты выполнены в ценах на:

Заклучение по проекту:

Исполнители расчета

(подписи, дата, Ф.И.О.)

Литература

1. Четыркин Е.М. Финансовый анализ производственных инвестиций. - М.: «Дело», 1998.
2. Покотиллов В.В., Макаревич С.А., Ширшова В.В. Показатели эффективности инвестирования энергосберегающих мероприятий. // Шестая науч.-практ. конф. «Проблемы строительной теплофизики систем микроклимата в энергосбережения в зданиях». - М.: Рос. акад. арх.-ры и строит. наук, НИИ строит. физики. 2001. С. 102 — 111.