

# ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОЦЕССА СУШКИ ЗЕРНА

О.М. ПЛЯЦ, к.т.н.; В.В. ШИРШОВА, к.т.н. (БГАТУ)

**К**онтроль влажности зерна, проводимый на зернопунктах колхозов и совхозов, заключается в отборе проб зерна с последующей обработкой в лаборатории. Этот процесс достаточно трудоемок и малооперативен, поэтому на практике, как правило, уделяется недостаточное внимание контролю и регулированию влажности зерна. Это приводит либо к пересушке зерна и снижению производительности сушилки, либо к получению некондиционного по влажности продукта, что вызывает необходимость его повторного пропускания через сушилку. Автоматическое регулирование экспозиции сушилки зерна с применением микропроцессорного регулятора позволяет регулировать влажность с высокой точностью. Модернизация зерносушилок, связанная с заменой ручного управления на автоматическое, требует экономического обоснования эффективности инвестиций в данное мероприятие.

Определение экономической эффективности инвестиций является одним из наиболее ответственных этапов прединвестиционных исследований. В централизованной экономике основным методом расчета эффективности капиталовложений являлся метод приведенных затрат, основанный на использовании директивно устанавливаемого нормативного коэффициента эффективности. Однако минимизация затрат еще свидетельствует о наличии необходимой прибыли. Поэтому в условиях рыночных отношений в основе расчетов экономической эффективности инвестиционных проектов должны лежать иные критерии и методы. Приведенные в настоящей работе критерии экономической эффективности технических решений основываются на методологии, применяемой в современной международной и отечественной практике [1, 2, 3].

Экономическую оценку различных инвестиционных проектов (или вариантов проектирования) и выбор лучшего из них производят с использованием различных критериев, к которым относятся: чистый дисконтированный доход - ЧДД (NPV); индекс доходности - ИД (PI); внутренняя норма доходности -  $E_{ин}$  (IRR); динамический срок окупаемости -  $T_0$  (DPP). Могут быть использованы и другие показатели, отражающие интересы участников или специфику проекта.

Все вышеперечисленные критерии являются дисконтными, т.е. их расчет основан на принципе дисконтирования. Под дисконтированием понимают процесс приведения будущих доходов и расходов к начальному моменту времени (началу осуществления проекта).

Всесторонний анализ эффективности инвестиций предусматривает расчет комплекса взаимосвязанных показателей. Сюда относятся: натуральные технико-экономические показатели; исходные стоимостные показатели; критерии оценки экономической эффективности инвестиционного проекта.

**Натуральные показатели** характеризуют эффективность использования трудовых и энергетических ресурсов до и после модернизации зерносушилки.

**Затраты труда рабочих** (час) определяются по формуле:

$$T = \frac{n_p t}{K_{см}}$$

где  $n_p$  - число рабочих, чел,  $t$  - время работы сушилки, ч,  $K_{см}$  - коэффициент использования рабочего времени смены ( $K_{см} = 0,85$ ).

**Производительность труда** (т/ч) находим из отношения:

$$ПТ = \frac{Q}{T}$$

где  $Q$  - объем производства, физ. т.

Повышение эффективности использования энергоресурсов при внедрении автоматизации регулирования влажности в конечном итоге определяется снижением энергоемкости процесса сушки зерна. Она определяется по формуле (кг у.т./т):

$$ЭН = \frac{V_y + v_T W}{Q}$$

где  $V_y$  - расход усл. топлива, кг,  $v_T$  - средний расход условного топлива (кг) в расчете на 1 кВт.ч отпущенной электроэнергии (принимается 0,3 кг у.т.),  $W$  - расход электроэнергии, кВт.ч,  $Q$  - объем производства, физ. т.

При этом 
$$V_y = v_n Q_{пл} \frac{q_n}{q_y},$$

$$W = W_y Q_{пл} + W_k,$$

где  $v_n$ ,  $W_y$  - удельный расход соответственно дизельного топлива (кг) и электроэнергии (кВт.ч) в расчете на плановую тонну зерна;  $q_n$ ,  $q_y$  - соответственно теплотворная способность натурального и условного топлива (29310 кДж/кг);  $Q_{пл}$  - объем производства в плановых тоннах;  $W_k$  - электроэнергия, потребляемая контроллером (учитывается в новом варианте).

К **стоимостным показателям**, которые служат основой для расчета эффективности модернизации зерносушилки, относятся капиталовложения, текущие издержки, прирост прибыли и доход от инвестиций.

При расчете **капиталовложений (К)** учитывается стоимость индикаторов влажности зерна на входе и выходе из зерносушилки, а также стоимость микропроцессорного контроллера, затраты на монтаж и транспортные расходы.

**Текущие издержки**, связанные с эксплуатацией зерносушилки, определяются по формуле:

$$C = З + Ос + А + Р + Тт + Э + ПР,$$

где  $З$  - заработная плата операторов,  $Ос$  - отчисления на социальные нужды,  $А$  - амортизационные отчисления по оборудованию, связанному с автоматизацией производственного процесса,  $Р$  - затраты на ремонт и техническое обслуживание,  $Тт$  - затраты на топливо,  $Э$  - затраты на электроэнергию,  $ПР$  - прочие затраты.

**Расходы на оплату труда оператора** определяются из выражения:

$$З = Ст Тт Кз,$$

где  $Ст$  - часовая тарифная ставка оператора соответствующего разряда, руб;  $Т$  - затраты труда за сезон, ч,  $Кз$  - коэффициент, учитывающий надбавки к тарифу ( $Кз = 1,25 \dots 1,4$ ).

**Отчисления на социальные нужды** включают социальное страхование, пенсионный фонд, фонд занятости населения и производятся от всех видов оплаты труда:

$$Ос = 3 \frac{\alpha_o}{100},$$

где  $\alpha_o$  - процент отчислений на социальные нужды, равный 30%.

**Амортизационные отчисления (А)** определяются по формуле:

$$А = \frac{a_1}{100} K_{инв} + \frac{a_2}{100} K_k,$$

где  $a_1$ ,  $a_2$  - годовая норма амортизационных отчислений для индикаторов влажности и контроллера, %,  $K_{инв}$ ,  $K_k$  - капиталовложения в индикаторы влажности и микропроцессорный контроллер, руб.

Аналогично определяются **затраты на ремонт и техническое обслуживание** автоматизированной системы управления:

$$P = \frac{P_1}{100} K_{инв} + \frac{P_2}{100} K_k,$$

**Затраты на топливо** рассчитываются по формуле:

$$T = Ц_T v_n Q_{пл},$$

где  $Ц_T$  - цена дизельного топлива, руб/кг,  $v_n$  - удельный расход дизельного топлива, кг/пл.т,  $Q_{пл}$  - объем производства в плановых тоннах.

Затраты на электроэнергию в сравниваемых вариантах определяются следующим образом. До модернизации (ручное управление):

$$Э_1 = C_3 W_y Q_{пл1},$$

после модернизации:

$$Э_2 = C_3 (W_y Q_{пл2} + P_k t_2) = Э_2^1 + Э_2^2 = C_3 W_y Q_{пл2} + C_3 P_k t_2,$$

где  $C_3$  - действующий тариф на электроэнергию, руб/(кВт.ч),  $W_y$  - удельный расход электроэнергии, кВт.ч/пл.т,  $P_k$  - мощность, потребляемая контроллером,  $t_2$  - время работы сушилки в автоматизированном режиме,  $Э_2^1$  - электроэнергия, потребляемая зерносушилкой после модернизации, кВт.ч,  $Э_2^2$  - электроэнергия, потребляемая контроллером.

**Прочие затраты (ПР)** принимаются в размере 3% от ( $З + Ос + А + Р + Т + Э$ ).

**Экономия текущих издержек** по технологическому процессу составит:

$$ЭЗ = (З_1 + Ос_1 + Т_1 + Э_1 + ПР_1) - (З_2 + Ос_2 + Т_2 + Э_2^1 + ПР_2)$$

**Дополнительные издержки**, связанные с эксплуатацией системы автоматизации, определяются суммой:

$$И_3 = А + Р + Э_2^2.$$

**Прирост прибыли предприятия** при внедрении автоматизированной системы управления зерносушилкой определяется разностью

$$П = ЭЗ - И_3,$$

а **ежегодный доход от инвестиций** определяется из выражения:

$$Д_t = П + А - Н,$$

где  $Н$  - изменение суммы налогообложения.

**Критерии оценки эффективности капиталовложений** рассчитываются следующим образом.

**Чистый дисконтированный доход (ЧДД)** показывает весь эффект (выигрыш) инвестора, приведенный во времени к началу расчетного периода:

$$ЧДД = \sum_{t=1}^T \frac{Д_t}{(1+E)^t} - К,$$

где  $Д_t$  - доход, получаемый на  $t$ -ом шаге расчета,

К - капитальные вложения, Т - расчетный период или горизонт расчета (в большинстве случаев принимается равным сроку службы оцениваемого оборудования), Е - принятая процентная ставка, отн.ед.

Проект целесообразен при ЧДД > 0. Чем больше ЧДД, тем эффективнее проект.

**Индекс доходности проекта** представляет собой выражение:

$$\text{ИД} = \frac{\text{ЧДД}}{К} + 1,$$

Проект целесообразен при ИД ≥ 1.

**Внутренняя норма доходности (Евн)** представляет собой максимальную ставку, при которой инвестиция не убыточна. Расчет этого показателя производят путем нахождения такой ставки дисконтирования, при которой приведенная стоимость будущих доходов равна первоначальным капиталовложениям. Иными словами, Евн находится из уравнения:

$$\sum_{t=1}^T \frac{D_t}{(1+E_{\text{вн}})^t} = K,$$

Следует отметить, что при изменяющемся в течение расчетного периода годовом доходе точный расчет величины  $E_{\text{вн}}$  возможен только при помощи компьютера. При  $D_t = \text{const}$  значение  $E_{\text{вн}}$  легко рассчитать с помощью специальных справочных таблиц.

При заданной инвестором норме дохода на вложенные средства (Е) инвестиции оправданы, если  $E_{\text{вн}}$  равна или превышает установленный показатель. Величина  $E_{\text{вн}}$  также характеризует **запас прочности** проекта, выражающийся в разнице между  $E_{\text{вн}}$  и принятой ставкой дисконтирования (в процентном исчислении).

**Срок окупаемости (Т<sub>о</sub>)** - это период, в течение которого капиталовложения в проект покрываются суммарными доходами от его осуществления. Доходы и затраты, связанные с осуществлением проекта, можно вычислять с дисконтированием

ем или без него. В связи с этим различают простой срок окупаемости и динамический.

Расчет динамического срока окупаемости проекта осуществляется по накопительному дисконтированному доходу из уравнения:

$$\sum_{t=1}^{T_0} \frac{D_t}{(1+E)^t} = K,$$

которое решается относительно Т<sub>о</sub>. В отличие от простого, он учитывает стоимость капитала и показывает реальный период окупаемости.

Ниже приведен пример расчета эффективности автоматизации сушки продовольственного зерна для колонковой зерносушилки СЗК-8 при следующих исходных данных: объем производства Q=1500 т/год; паспортная производительность зерносушилки 8 т/ч; начальная и кондиционная влажность зерна соответственно  $W_n = 20\%$  и  $W_k = 14\%$ ; расход жидкого топлива  $b_n = 7$  кг/пл.т; удельный расход электроэнергии  $W_y = 4,9$  кВт.ч/пл.т; обслуживающий персонал  $n_p = 1$  чел.

Финансово-экономические расчеты выполнены в годовой размерности за 8-летний период. Принятая процентная ставка (норма дисконта) - 10%. Это реальная ставка, которая позволяет адекватно оценить эффективность проекта в постоянных ценах, не прибегая к прогнозу изменения цен в связи с ин-

### 1. Техничко-экономические показатели автоматизации процесса сушки зерна

Показатели	Варианты	
	До модернизации	После модернизации
Объем производства Q, т / год	1500	1500
Продолжительность сушки, ч/сезон	263	188
Производительность труда, т/ч	4,85	6,87
Энергоемкость процесса, кг у.т./т	15,7	11,2
Капиталовложения в автоматизацию, тыс. руб.		2380
Текущие издержки, тыс. руб./год	3957,825	3237,418
в т. ч. – заработная плата	27,872	21,164
отчисления на социальные нужды	8,362	6,349
затраты на топливо	3362,816	2402,012
затраты на электроэнергию	443,499	318,071
амортизационные отчисления		286,758
затраты на ремонт и ТО		108,770
прочие затраты	115,276	94,294
Прирост прибыли, тыс. руб.		720,407
Чистый дисконтированный доход, тыс. руб.		2993,150
Индекс доходности проекта, отн. ед.		2,258
Внутренняя норма доходности, %		39,34
Срок окупаемости капиталовложений, лет		2,83

фляцией. Следует отметить, что при расчете дохода в данном расчете не учтены налоги, так как согласно действующему законодательству, сельскохозяйственные предприятия освобождены от налога на прибыль.

Для оценки эффективности инвестиций в средства контроля и регулирования влажности нами был использован программный продукт **Бизнес-план**, разработанный на кафедре банковского дела БГЭУ. Данная программа в наибольшей степени соответствует целям нашего исследования, поскольку она обеспечивает экспресс-анализ эффективности и риска проектов различного профиля, удобна в эксплуатации, отличается простотой, наглядностью и точностью оценок. При этом возможна вариантная проработка с учетом инвестиционной налоговой льготы и различных схем финансирования, включая кредит и лизинг.

Все расчеты выполнялись в ценах на 1.09.2000 г. и сведены в табл.1.

Графическая интерпретация итоговых показателей проекта показана на рис.1.

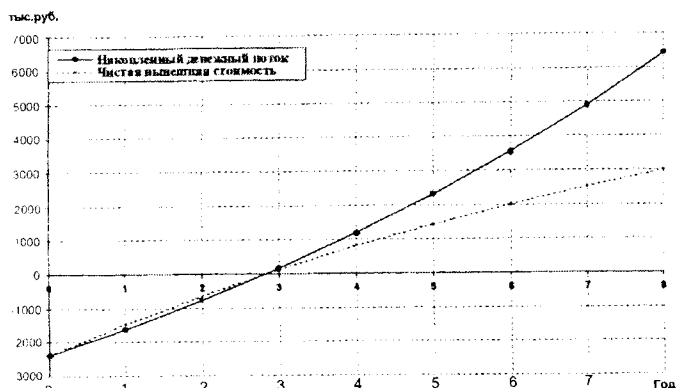


Рис.1. Экономический профиль проекта при базовой ставке 10,00%.

Результаты расчета свидетельствуют о целесообразности проекта. Следует отметить, что расчет был выполнен, исходя из экономии текущих затрат на основе экспериментальных исследований [4]. При этом не учитывается эффект, достигаемый за счет улучшения качества зерна при автоматическом регулировании, так как этот процесс носит случайный характер и при отсутствии достоверных данных оценить его достаточно сложно. В то же время известно, что за каждый процент отклонения влажности зерна от кондиционной предприятия платят элеватору 1% от его стоимости. Поэтому следует ожидать, что фактическая эффективность проекта для субъектов хозяйствования будет еще выше.

Результаты анализа эффективности проекта при

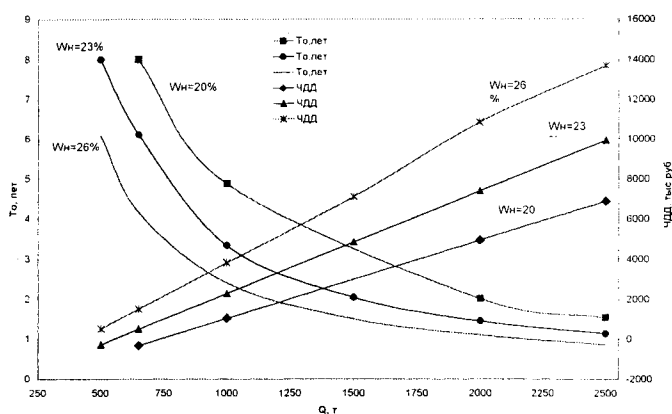


Рис.2. Зависимость эффективности проекта от сезонной загрузки зерносушилки при различных значениях начальной (исходной) влажности зерна.

различных значениях сезонной загрузки зерносушилки (500...2500 т) и различной начальной влажности зерна (20%...26%) показаны на рис.2.

Анализ показывает, что наименьший срок окупаемости капиталовложений (0,86 лет) достигается при  $W_n = 26\%$  и  $Q = 2500$  т, при уменьшении  $W_n$  и  $Q$  эффективность проекта снижается. Точка пересечения графика ЧДД с осью абсцисс показывает минимальную сезонную загрузку сушилки, при которой капиталовложения эффективны.

Предлагаемая методика оценки эффективности проекта модернизации зерносушилки с использованием микропроцессорной системы управления может быть использована в практической деятельности сельскохозяйственных предприятий. При этом с помощью компьютерной программы можно выполнить экспресс-анализ эффективности проекта в различных режимах работы сушильного агрегата.

## Литература

1. Методические рекомендации по оценке эффективности инвестиционных проектов и их отбору для финансирования. Официальное издание. - Москва, 1994. - 165с.
2. Четыркин Е.М. Финансовый анализ производственных инвестиций. - Москва Дело, 1998. - 256с.
3. Ширшова В.В., Мацкевич Л.И., Мороз Ю.Д. Эффективность капиталовложений в условиях рынка. Методы расчета. - Минск. Маркетинг, 1994. - 106с.
4. Нагорский И.С., Корташевич С., Тимошек А.С., Короткевич А.В., Пляц О.М. Повышение эффективности сушки зерна. Комбикормовая промышленность, 1. - Москва, 1998. - С.16.

# ЛИНЕЙНЫЕ НОРМЫ РАСХОДА ТОПЛИВА НА АВТОМОБИЛИ И ОБОРУДОВАНИЕ

(Продолжение. Начало в №№ 1 - 4, 6, за 1998 г., №№ 1 - 4 за 1999 г., №№ 3 - 6 за 2000 г., №1, 2 за 2001г.)

Легковой автомобиль Audi 80 2,0i	бензин	9.4	---
Легковой автомобиль Cadillac Eldorado 4,9i	бензин	16.0	---
Легковой автомобиль Eagle Premier 3,0i	бензин	13.5	---
Легковой автомобиль Ford Granada 2,0	бензин	11.2	---
Легковой автомобиль Ford Taurus 2,0	бензин	11.5	---
Легковой автомобиль Isuzu Trooper 3,2i 4WD	бензин	15.5	---
Легковой автомобиль Jaguar Daimler Super V8 4,0i	бензин	15.2	---
Легковой автомобиль Mercedes Benz 300 3,2i	бензин	13.9	---
Легковой автомобиль Nissan Pathfinder 3,3i 4WD	бензин	15.0	---
Легковой автомобиль Peugeot 306 1,9D	дизельное	6.9	---
Легковой автомобиль Rover 620 Si	бензин	9.8	---
Легковой автомобиль Toyota Land Cruiser 4,2TD 4WD	дизельное	13.9	---
Легковой автомобиль Volkswagen Bora 1,6i	бензин	9.5	---
Легковой автомобиль Volkswagen Bora 1,9 TDi	дизельное	7.2	---
Легковой автомобиль ВАЗ-21102 1,5i	бензин	8.1	---
Легковой автомобиль ГАЗ-310221 (ЗМЗ-402)	бензин	13.4	---
Легковой автомобиль ИЖ-2126 (дв. УМЗ-331)	бензин	10.3	---
Легковой автомобиль М-2141201 (дв. УМЗ-331)	бензин	11.1	---
Грузовой автомобиль ЗИЛ-130Г-30 (дв. ЗИЛ-509)	бензин	36.0	---
Грузовой автомобиль ЗИЛ-131 (дв. Д-245.12)	дизельное	26.5	---
Грузовой автомобиль ЗИЛ-4331 (дв. КамАЗ-740.10)	дизельное	24.7	---
Грузовой автомобиль ЗИЛ-433362	бензин	31.0	---
Грузовой автомобиль М-2335 «Москвич»	бензин	9.0	---
Самосвал Tatra 815-2	дизельное	50.0	---
Самосвал ЗИЛ-ММЗ-4501	бензин	37.0	---
Самосвал ЗИЛ-ММЗ-45085 (дв. ЗИЛ-509)	бензин	41.0	---
Седельный тягач Iveco Fiat 440 E380	дизельное	25.5	---
Седельный тягач MAN 19.364 FLS	дизельное	25.6	---
Седельный тягач MAN 19.414 FLS	дизельное	26.2	---
Седельный тягач ЗИЛ-441510 (дв. ЗИЛ-509)	бензин	34.0	---
Седельный тягач МАЗ-5430 (дв. ЯМЗ-238М2)	дизельное	29.0	---
Седельный тягач МАЗ-54327(дв. ЯМЗ-238Д)	дизельное	28.6	---

Седельный тягач МАЗ-54328 (дв. ЯМЗ-238М2)	дизельное	28.0	---
Седельный тягач МАЗ-64229-027 (дв. ЯМЗ-238Д)	дизельное	38.4	---
Автобус Ikarus-365	дизельное	35.0	---
Автобус Ikarus E98	дизельное	32.0	---
-- отопитель Webasto Thermo 300.36	дизельное	---	3.7
Автобус Neoplan 212H	дизельное	30.0	---
Автобус Neoplan Junior-512	дизельное	30.0	---
Микроавтобус Volkswagen LT-31 2,4D ( 14 мест )	дизельное	11.5	---
Микроавтобус ГАЗ-22171 «Соболь» (7 мест )	бензин	15.6	---
Автобус вахтовый ГАЗ-3209	дизельное	18.1	---
Пассажирский фургон ГАЗ-5201 (дв.496)	бензин	27.0	---
Автобус вахтовый НЗАС-42112 ( Урал-4320-10 )	дизельное	36.0	---
Автобус вахтовый НЗАС-4951 (Урал-4320-2)	дизельное	37.0	---
Микроавтобус УАЗ-3303 «Акро»	бензин	19.8	---
Грузовой автомобиль-фургон DAF-3300	дизельное	28.0	---
Грузовой автомобиль-фургон Daimler Benz 608D	дизельное	13.3	---
— отопитель фургона	дизельное	---	1.5
Грузовой автомобиль-фургон MAN 8.163 LLC	дизельное	16.5	---
Грузовой автомобиль-фургон MAN 9.163 LLC	дизельное	16.7	---
Грузовой автомобиль-фургон MAN 14.224 MLC	дизельное	24.5	---
Грузовой автомобиль-фургон MAN 14.224 MLLC	дизельное	24.0	---
Грузовой автомобиль-фургон MAN 14.232	дизельное	24.3	---
Грузовой автомобиль-фургон MAN 19.332	дизельное	28.5	---
Грузовой автомобиль-фургон MAN 19.403 FLLC	дизельное	29.0	---
Грузовой автомобиль-фургон MAN 19.414 FLLC	дизельное	29.0	---
Грузовой автомобиль-фургон Peugeot Expert 1.9D	дизельное	7.8	---
Грузовой автомобиль-фургон Ford Transit 1.6	бензин	13.0	---
Грузовой автомобиль-фургон Mercedes Benz 1635	дизельное	25.4	---
Грузовой автомобиль-фургон Mercedes Benz 1735	дизельное	25.8	---
Грузовой автомобиль-фургон Mercedes Benz 1748 L	дизельное	27.8	---
Грузовой автомобиль-фургон Mercedes Benz 1834	дизельное	25.8	---