

**МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ**

**УНИВЕРСИТЕТ**

**ПУТЕЙ СООБЩЕНИЯ (МИИТ)**

---

Кафедра “Экономика, организация и управление  
производством”

**И.И. ДРОЗДОВА**

**ОЦЕНКА ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ  
ВНЕДРЕНИЯ НОВЫХ СРЕДСТВ КОНТРОЛЯ**

**Рекомендовано редакционно-издательским  
советом университета в качестве методических  
указаний к курсовой работе по дисциплине  
«Экономика метрологического обеспечения»**

для студентов специальности ММО

**МОСКВА - 2008**

УДК 658  
Д-37

Дроздова И.И. Оценка экономической эффективности внедрения новых средств контроля. Методические указания к курсовой работе по дисциплине «Экономика метрологического обеспечения» - М.: МИИТ, 2008. – 24 с.

В методических указаниях изложены методы анализа и оценки экономической эффективности метрологического обеспечения производственного процесса,

© Московский государственный  
университет путей сообщения  
(МИИТ), 2008

# **1. Оценка экономической эффективности метрологического обеспечения производственного процесса. Оценка экономической эффективности внедрения новых средств контроля**

Экономическая эффективность метрологических работ достигается от внедрения новых мероприятий по совершенствованию метрологического обеспечения за счет сокращения погрешности в измерении и улучшения технико-экономических показателей производства продукции. Такими мероприятиями являются: внедрение новой измерительной техники, совершенствование поверки и ремонта средств измерений, организация на предприятии метрологической экспертизы.

Технико-экономический анализ метрологического обеспечения производства позволяет:

1. устанавливать степень влияния точности измерений на технико-экономические показатели производства;
2. оценивать экономическую эффективность проведения работ по метрологическому обеспечению непрерывных измерительных процессов.

В рыночной экономике каждое предприятие разрабатывает и применяет свою методику для принятия эффективных решений, руководствуясь собственным опытом управления ресурсами и затратами и поставленными целями.

Применявшиеся до настоящего времени в нашей стране методы оценки эффективности капитальных вложений были ориентированы на административно-плановую экономику. В их основе заложен критерий величины народно-хозяйственного эффекта, который будет получен в результате реализации инвестиционного проекта. Базовым методом расчета эффективности капитальных вложений являлся метод приведенных затрат, основанный на использовании установленного норматива окупаемости капитальных вложений.

В условиях рыночных отношений в основе определения эффективности инвестиционного проекта лежат критерии и методы, основанные на принципах количественного сопоставления доходной и расходной частей исследуемого проекта (концепция, рекомендованная ЮНИДО). В зависимости от целей, задач и условий реализации исследуемых проектов правомерно использовать обе выше обозначенные методики.

## Оценка экономической эффективности внедрения новых средств контроля на основе показателя приведенных затрат.

Традиционная отечественная практика оценки эффективности сравниваемых вариантов основывается на определении так называемой сравнительной эффективности производства по критерию минимума приведенных затрат.

$$Z = C + E_n K \rightarrow \min (1),$$

Где  $Z$  – приведенные затраты,

$C$ - текущие затраты (себестоимость продукции по каждому варианту),

$K$ - капитальные вложения по тому же варианту

$E_n$  – нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений

В формуле приведенных затрат текущие и единовременные затраты приводятся в сопоставимый вид расчетным путем без учета рыночной конъюнктуры с помощью величины  $E_n$ , которая рассматривается как нижний директивный уровень эффективности производства. Выбор вариантов на основе минимизации приведенных затрат реально осуществим лишь при следующих условиях:

- тождественности полезного эффекта по сравниваемым вариантам,

- единовременном осуществлении всех капитальных вложений,
- постоянстве цен и неизменности во времени ежегодных текущих расходов.

Наилучший вариант определяется на основе расчетов сравнительной экономической эффективности капитальных вложений. При этом необходимо сравниваемые варианты привести в сопоставимый вид по всем параметрам. Приведенные затраты позволяют установить лишь принципиальное преимущество одних вариантов перед другими, распределить их по уровню эффективности, но не дают возможности определить количественное значение эффекта при использовании того или иного варианта. Количественное значение эффекта при сравнении двух вариантов на основе приведенных затрат может быть получено путем исчисления годового экономического эффекта.

Годовой экономический эффект определяется как разность приведенных затрат по двум вариантам капитальных вложений в сопоставимом виде (при условии, если варианты равны по масштабам и характеру производства):

$$\mathcal{E}_2 = (C_1 + E_n K_1) - (C_2 + E_n K_2), \quad (2)$$

либо 
$$\mathcal{E}_2 = [(c_1 + E_n \kappa_1) - (c_2 + E_n \kappa_2)] A_2 \quad (3)$$

где:  $\mathcal{E}_2$  - годовой экономический эффект,

$C_1, C_2$  - годовая себестоимость по сравниваемым вариантам,

$K_1, K_2$  - полные капитальные вложения по сравниваемым вариантам,

$c_1, c_2$  - себестоимость единицы продукции по сравниваемым вариантам,

$\kappa_1, \kappa_2$  - удельные капиталовложения по сравниваемым вариантам,

$A_2$  - годовой объем производства по каждому варианту.

Учитывая суммарные годовые народохозяйственные экономические потери при метрологическом обеспечении в процессе управления производством годовой экономический эффект в  $t$ -ый год использования единицы анализируемого объекта представляет собой сумму экономии затрат, полученных предприятием.

$$\mathcal{E}_2 = \left[ \left( c_{1t} + \frac{\kappa_1}{T_{2t}} \right) \cdot \frac{A_t}{A_1} - \left( c_{2t} + \frac{\kappa_2}{T_{2t}} \right) \right] + (\Pi_1 - \Pi_t), \quad (4)$$

где:

$\Pi_1, \Pi_i$  - суммарные годовые народохозяйственные экономические потери при сопоставимом объеме поверки базового и внедряемого средства контроля.

$T_{с1}, T_{сi}$  - срок службы базового и внедряемого средства контроля соответственно.

Для принятия решения о выборе наиболее приемлемого варианта из нескольких предлагаемых необходимо определить экономическую эффективность внедрения новых вариантов средств измерений по критерию расчетного коэффициента народохозяйственной эффективности  $E_p^{нх}$  и установить по нему экономически оптимальный вариант на основе критерия  $E_p^{нх} \rightarrow \max$ .

Расчетный коэффициент народохозяйственной эффективности  $E_p^{нх}$  определяется

$$E_p^{нх} = \frac{\Delta \epsilon}{\Delta k} \quad (5)$$

### Раздел 1.

На промышленном предприятии разрабатывается и внедряется новое образцовое средство измерения – поверочная установка. Основная цель внедрения – повышение эксплуатационной производительности за счет использования автоматических устройств и выхода на ЭВМ



для обработки измерительной информации и принятия решения, а также повышение качества поверки рабочего средства измерения за счет исключения субъективных факторов в процессе поверки. Внедрение поверочной установки требует от предприятия дополнительных единовременных затрат и эксплуатационных расходов по сравнению с базовым (заменяемым) вариантом.

Необходимо:

выбрать экономически оптимальное решение внедрения новой поверочной установки по критерию годового народнохозяйственного эффекта в  $t$ -ый год использования. Эти  $\max$  с учетом  $T_3$

Исходные данные для расчета приведены в таблице 1.

Таблица 1.

Показатели	Базовый вариант	Новые варианты замены базового			
		I	II	III	IV
Годовые эксплуатационные издержки $c_1$ , тыс.р	10	20	25	40	35
Удельные капитальные вложения $k_1$ , приведенные к $t_{пр}$ , тыс.р	100	280	300	350	380
Срок службы с учетом морального старения $T_{э1}$ , лет	4	5	6	7	6
Годовые народнохозяйственные экономические потери при сопоставимом объеме поверки $P_1$ , тыс.р	200	135	120	115	115
Годовая эксплуатационная производительность $A_1$ , пов/г	100	250	300	350	400
Годовой объем внедрения новых образцовых СИ $Q$ , шт.	1	1	1	1	1

По исходным данным задания 1 необходимо определить экономическую эффективность внедрения новых вариантов образцовых СИ по критерию расчетного коэффициента народнохозяйственной эффективности  $E_F^{нх}$  и установить по нему экономически оптимальный вариант на основе критерия  $E_F^{нх} \rightarrow \max$ .

## **Оценка экономической эффективности внедрения новых средств контроля с использованием методики определения интегральных показателей.**

Рыночная концепция отбора и внедрения инвестиционных проектов основана на динамических методах оценки экономической эффективности. Она предполагает достижение максимального результата от инвестиционной и эксплуатационной деятельности за полный жизненный цикл проекта и минимизацию срока окупаемости капитальных затрат на его осуществление за счет доходов (прибыли). Величина экономического эффекта может быть рассчитана как дисконтированная сумма дополнительной прибыли, остающейся в распоряжении предприятия.

В основе большинства методов определения экономической эффективности инвестиционных проектов в рыночной экономике лежит вычисление чистого дисконтированного дохода (ЧДД). Экономический смысл ЧДД заключается в превышении интегральных результатов над интегральными затратами, приведенными к одному моменту времени.

Для оценки эффективности производственных инвестиций применяются следующие показатели:

- чистый дисконтированный доход (ЧДД);
- индекс доходности (ИД);
- внутренняя норма доходности (ВНД);
- срок окупаемости T

Срок окупаемости определяется как период времени, в течение которого инвестиции будут возвращены за счет доходов, полученных от реализации инвестиционного проекта. Более точно под сроком окупаемости понимается продолжительность периода, в течение которого сумма чистых доходов, дисконтированных на момент завершения инвестиций, равна сумме инвестиций.

Чистый дисконтированный доход определяется

$$\text{ЧДД} = \sum_{t=1}^n (P_t - Z_t) a_t - K, \quad (6)$$

где ЧДД – чистый дисконтированный доход

$P_t$  - результаты (доходов от реализации продукции или услуг) на t-ом шаге расчета;

$Z_t$  - затраты, осуществляемые на том же периоде;

$a_t$  - коэффициент дисконтирования затрат,

$t$  - шаг расчета;

$K$  - объем инвестиций

$n$  - временной период расчета.

Коэффициент дисконтирования определяется :

$$\alpha_t = \frac{1}{(1 + E)^{t_n}}, \quad (7)$$

где  $E$  – норма дисконта;

$t_n$  - показатель степени при расчете коэффициента дисконтирования

$$t_n = t - t_c, \quad (8)$$

Индекс доходности определяется:

$$ИД = \frac{\sum_{t=1}^n (R_t - Z_t) \alpha_t}{\sum_{t=1}^n K_t \alpha_t}, \quad (9)$$

Внутренняя норма доходности определяется из следующего соотношения:

$$\sum_{t=1}^n (R_t - Z_t) \frac{1}{(1 + E_{вн})^t} = \sum_{t=1}^n K_t \frac{1}{(1 + E_{вн})^t}, \quad (10)$$

### Задание 3.

Оценить экономическую эффективность внедрения мероприятий и обосновать выбор наиболее эффективного варианта. Исходные данные представлены в таблице

№	Объем Инвестиций, млн. руб.	Периода, Продолжительность инв.	Распределен ие объема инвестиций по годам инвестицион ного периода, %			Продолжительность расчетного	Доходы $R_t$ и расходы $Z_t$ по годам эксплуатации, млн.руб.							
			1 го д	2 го д	3 го д		1 год		2 год		3 год		4 год	
			$R_t$	$Z_t$	$R_t$		$Z_t$	$R_t$	$Z_t$	$R_t$	$Z_t$	$R_t$	$Z_t$	
1	20	3	20	35	45	4	1 0	7	1 4	9	2 0	1 5	2 5	1 5
2	30	2	60	40	-	4	2 0	1 3	2 6	1 6	2 7	1 5	2 9	1 6

### Механизм формирования экономических потерь по поверочной схеме.

Измерительные операции, выполняемые в системе технического контроля, являются важнейшим инструментом для получения информации о параметрах изделия. Степень эффективности технического контроля зависит в первую очередь от достоверности результатов измерений контролируемых параметров. В процессе

осуществления технического контроля изделий выполняются измерения с целью установления соответствия параметров изделия заданным нормам. На основании результата измерения контролером принимается решение об отбраковке изделия. В идеале необходимо пропустить все изделия, которые удовлетворяют заданным нормам на измеряемые параметры, и не пропустить не удовлетворяющие этим нормам изделия. Однако в результате неточностей измерений могут появиться ошибочные выводы о пригодности изделия – так называемые ошибки первого рода и ошибки второго рода.

*Ошибкой первого рода* считают признание по результатам измерения в действительности годного изделия негодным, *ошибкой второго рода* – наоборот, признание в действительности негодного изделия годным.

Возможность появления ошибочных выводов о пригодности изделия влечет за собой необходимость оценивать и контролировать такие показатели, как «риск изготовителя» и «риск потребителя или заказчика». Риск изготовителя определяется относительной долей неправильно забракованных годных изделий среди всех признанных по результатам контроля дефектными. Риск заказчика определяется относительной долей неправильно

пропущенных дефектных изделий среди всех признанных по результатам контроля годными.

Поэтому при исследовании влияния точности измерений на технико-экономические показатели производства необходимо рассмотреть механизм комплексной оценки экономических потерь по поверочной схеме и при контроле качества.

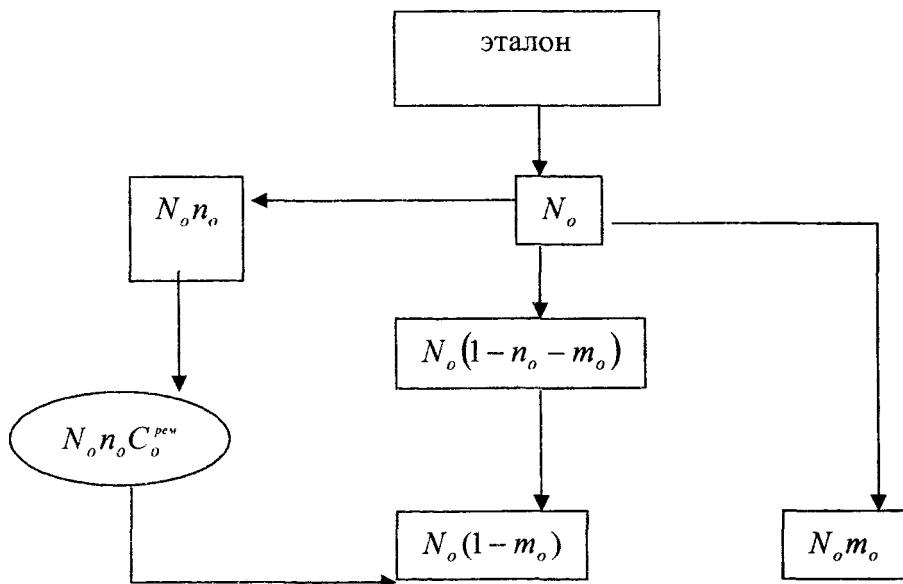
Механизм возникновения экономических потерь теоретически можно рассмотреть на трех уровнях:

- при передаче размера физической величины от эталона образцовым средствам измерений;
- при поверке по образцовым рабочим средствам измерений;
- при контроле качества продукции рабочими средствами измерений.

Такой подход позволит выявить потери на каждом уровне.

Ниже представлена схема формирования экономических потерь при передаче размера физической величины от эталона образцовым средствам измерений.





*Рис.1 Схема формирования экономических потерь при передаче размера физической величины от эталона образцовым средствам измерений.*

Где:

$N_o$  - количество образцовых средств измерений, подвергаемых аттестации;

$n_o$  - вероятность фиктивной браковки образцовых средств измерений при аттестации

$m_o$  - вероятность пропуска необнаруженных бракованных образцовых средств при аттестации

$C_o^{рем}$  - средние непроизводительные затраты на ремонт и повторную аттестацию одного фиктивно забракованного образцового средства измерений.

Таким образом, обращаясь к схеме, представленной на рис.1:

- фиктивно бракуется  $N_o n_o$  единиц,
- пропускается  $N_o m_o$  бракованных единиц;
- признаются годными и таковыми являются  $N_o (1 - n_o - m_o)$  образцовых средств измерений;

Следовательно, экономические потери при передаче единицы физической величины от эталона образцовым средствам измерений равны непроизводительным затратам  $\Pi^o = N_o n_o C_o^{рем}$ .

Процесс возникновения экономических потерь при проверке рабочих средств измерений представлен на рис 2.

*Рис.2 Схема формирования экономических потерь при проверке образцовыми средствами рабочих средств измерений.*

Где:

$N_{рси}$  - количество рабочих средств измерений, подвергаемых проверке в течение года;

$n_{рси}, n_{рси}^б$  - средняя вероятность фиктивной браковки рабочих средств измерений при их проверке по годным и бракованным образцовым средствам измерений соответственно;

$C_{рси}^{рем}$  - средние непроизводительные затраты на ремонт, регулировку и повторную поверку одного фиктивно забракованного рабочего средства измерений.

Таким образом, экономические потери, связанные с поверкой рабочих средств измерений, равны сумме непроизводительных затрат на ликвидацию фиктивного брака.

Эти потери определяются суммой двух слагаемых: ущерба от фиктивной браковки рабочих средств при проверке годными и бракованными образцовыми средствами измерений.

$$П^P = N_{рси} (1 - m_o) n_{рси} C_{рси}^{рем} + N_{рси} m_o n_{рси}^б C_{рси}^{рем} \quad (11)$$

Процесс возникновения экономических потерь при контроле качества продукции представлен на рис 3.

*Рис.3 Схема формирования экономических потерь при контроле качества продукции*

Где:

$N_{np}$  - годовой объем контролируемой продукции;

$S_{годн}$  - объем продукции, контролируемой на годных рабочих средствах измерений;

$S_{бр}$  - объем продукции, контролируемой на бракованных средствах измерении;

$n_{np}, n_{np}^{\delta}$  - средняя вероятность фиктивной браковки при контроле продукции годными и бракованными рабочими средствами измерений соответственно;

$m_{np}, m_{np}^{\delta}$  - средняя вероятность пропуска бракованной продукции при контроле годными и бракованными рабочими средствами измерений соответственно.

Экономические потери от погрешности рабочих средств измерений при контроле качества продукции

$$П = S_{годн} n_{np} C_{np}^{рем} + S_{годн} m_{np} n_{np} + S_{бр} n_{np}^{\delta} C_{np}^{рем} + S_{бр} m_{np}^{\delta} n_{np} \quad (12)$$

Экономические потери по всей поверочной схеме можно представить:

$$П_{общ} = П^o + П^p + П \quad (18)$$

Основываясь на выше изложенных позициях предлагается алгоритм определения общего народохозяйственного эффекта от сокращения погрешностей в измерении и экономической эффективности внедрения новых средств контроля.

2.1. Необходимо определить основной экономический эффект от сокращения потерь от погрешности в измерениях. Для этого:

2.1.1. Необходимо определить экономические потери предприятия-изготовителя от ошибок I рода для базового и сравниваемого вариантов:

$$P_{mi} = N_{np} \cdot P_I \cdot (Z_{uc} + Z_u), \quad (13)$$

где:  $P_{mi}$  - общие экономические потери предприятия-изготовителя в результате возникновения I рода при использовании базового и нового КИП в t-ый год эксплуатации;

$N_{np}$  - годовой объем выпускаемых и контролируемых изделий;

$P_I$  - вероятность возникновения ошибок I рода при использовании базового и нового КИП в t-м году эксплуатации;

$Z_{ис}$  - средние затраты на исправление единицы ложно забракованного изделия, контролируемого базовым и новым КИП;

$Z_u$  - средние затраты на проведение одного измерения при контроле качества изделий базовым и новым КИП.

**2.1.2.** Необходимо определить экономические потери предприятия-изготовителя от ошибок II рода для базового и сравниваемого вариантов:

$$P_{null} = N_{np} \cdot P_{II} \cdot \alpha \cdot Z_c, \quad (14)$$

где:  $P_{null}$  - общие экономические потери предприятия-изготовителя в результате возникновения ошибок II рода при использовании базового и нового КИП в t-ый год эксплуатации;

$\alpha$  - доля изделий, отказавших в процессе эксплуатации у потребителя из-за скрытого брака (ошибок II рода) в течение гарантийного срока до и после внедрения нового КИП;

$P_{II}$  - вероятность возникновения ошибок II рода при использовании базового и нового КИП в t-ый год эксплуатации;

$Z_2$  - средние затраты завода-изготовителя на проведение гарантийного ремонта в расчете на одно изделие и с учетом транспортных расходов и штрафа

**2.1.3.** Необходимо определить общие экономические потери предприятия-изготовителя от ошибок I и II рода для базового и сравниваемого вариантов

$$P_{\text{общ}} = P_{\text{нп}} + P_{\text{нп}} , \quad (15)$$

**2.1.4.** Необходимо определить экономические потери предприятия-потребителя от ошибок II рода для базового и сравниваемого вариантов:

$$P_{\text{потр}} = N_{\text{пр}} \cdot P_{II} \cdot [\alpha \cdot Z_n + (1 - \alpha) \cdot (Z_n + 2 \cdot Z_u + Z_{uc})], \quad (16)$$

где:  $Z_n$  – средние экономические потери у потребителя из-за нарушения технологических процессов, простоев оборудования за счет отказов в результате скрытого брака (в расчете на одно изделие).

**2.1.5.** Необходимо определить общие народохозяйственные экономические потери при использовании сравниваемых вариантов

$$П_1 = П_{\text{побоиц } 1} + П_{\text{потр } 1} \quad (17)$$

$$П_2 = П_{\text{побоиц } 2} + П_{\text{потр } 2} \quad (18)$$

**2.1.6.** Определяется годовой экономический эффект от сокращения потерь в результате ошибок I и II рода:

$$\Delta П = П_1 - П_2 \quad (19)$$

**2.2.** Определяется общий годовой экономический эффект:

$$\mathcal{E}_t^{\text{нх}} = [1Z_{1t} k_t - Z_{2t} + |П_1 - П_2|] A_2 \quad (20)$$

где:  $Z_{1t}, Z_{2t}$  - приведенные затраты на годовой объем работы единицы нового КИП в t-ый год эксплуатации.

**2.3.** Определяется общий народохозяйственный эффект за полный срок использования КИП с учетом фактора времени:

$$\mathcal{E}_o^{\text{нх}} = \sum \mathcal{E}_t^{\text{нх}} \cdot \frac{1}{\alpha_t}, \quad (21)$$

где:  $\alpha_t$  - коэффициент приведения получаемых годовых экономических эффектов в каждый t-ый год периода  $T_2$



$$\alpha_t = (1 + E_n)^t, \quad (22)$$

2.4. Определяется расчетный коэффициент народнохозяйственной эффективности, значение которого сравнивается с  $E_n$

$$E_p^{nx} = \frac{\mathfrak{E}_0^{nx}}{T \cdot \Delta Z \cdot A_2} \quad (23)$$

Учебно-методическое издание

**Дроздова Илона Игоревна**

Оценка экономической эффективности внедрения новых  
средств контроля

Методические указания к курсовой работе по дисциплине  
«Экономика метрологического обеспечения»

---

Подписано к печати 11.02.08

Формат 60x84/16

Усл.- печ.л. - 1,75

Изд. № 257-08      Заказ № 68,

Тираж 100экз.

---

127994 Москва, ул. Образцова, 15.

Типография МИИТа