# Р Е К О М Е Н Д А Ц И Я

## ГОСУДАРСТВЕННАЯ СИСТЕМА ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЕДИНСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

# МЕТОДЫ УКРУПНЕННОГО ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЗАТРАТ НА ИЗМЕРЕНИЯ

# МИ 2039-89

Москва

gost.e-ecolog.ru

# Р Е К О М Е Н Д А Ц И Я

## ГОСУДАРСТВЕННАЯ СИСТЕМА ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЕДИНСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

# МЕТОДЫ УКРУПНЕННОГО ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЗАТРАТ НА ИЗМЕРЕНИЯ

# МИ 2039-89

РЕКОМЕНДАЦИЯ

# ГСИ. Методы укрупненного определения затрат на измерения

# МИ 2039-89

Настоящая рекомендация устанавливает основные положения и методы укрупненного расчета затрат на измерения при управлении технологическими процессами.

Рекомендация предназначена для:

технико-экономического обоснования рационального выбора средств и методов измерений;

расчета экономической эффективности работ по метрологическому обеспечению производства;

оптимизации точности измерений по экономическим критериям.

## I. Общие положения

I.I. Укрупненные расчеты затрат на измерения - это приближенные оперативные расчеты, позволяющие определять затраты на измерения, цены на средства измерений, а также их себестоимость на любой стадии проектирования на основании тех данных о рассматриваемых средствах измерений, которые уже известны на этой стадии.

При определении затрат и экономической эффективности создания и использования новых средств измерений следует различать два различных подхода: народнохозяйственный, при котором учитываются интересы всего народного хозяйства в целом, и хозрасчетный, который учитывает интересы изготовителя, так как некоторые элементы последнего не находят отражения в первом.

При укрупненных расчетах затрат на измерения необходимо учитывать как народнохозяйственные, так и хозрасчетные интересы предприятия.

I.2. Затраты на измерения могут оцениваться как по одному, таки по комплексу параметров. Затраты, оцениваемые по комплексу параметров, получаются суммированием затрат по каждому отдельному параметру.

I.3. Народнохозяйственные затраты $З(t)$ на измерения в году $t$ определяются по формуле

$$З_t = И_t + E_н \cdot K_t, \qquad (I.1)$$

где $И_t$ - годовые текущие издержки на измерения в году , руб;

$K_t$ - единовременные затраты на измерения в году , руб.;

$E_н$ - нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений ($E_н$= 0,I).

При оценке величины хозрасчетных затрат

I.4. Затраты за расчетный период З на мероприятия по совершенствованию метрологического обеспечения производства определяются по формуле:

$$\overline{З} = \sum_{t=t_н}^{t_к} З_t \cdot \alpha_t \qquad (I.2)$$

где $\alpha_t$ - коэффициент приведения к расчетному году (см.Приложение I);

$t_{н,к}$ - начальный и конечный год расчетного периода.

В качестве расчетного принимается год, предшествующий началу внедрения новых методов и средств измерений.

I.5. Коэффициент приведения к расчетному году определяется по формуле:

$$\alpha_t = (1+E_н)^{t_р - t}, \qquad (I.3)$$

где $t_р$ - расчетный год;

$t$ - год, результаты которого приводятся к расчетному.

I.6. Годовые текущие издержки на измерения данного (одного) параметра определяются по формуле:

$$И_t = И_{зп_t} + \sum_{j=1}^{m} И_{tj}, \qquad (I.4)$$

где $И_{зп_t}$ – годовые затраты на основную и дополнительную заработную плату оператора (операторов), выполняющего измерения, с отчислениями на социальное страхование, руб.

Примечание. В случае, если оператор участвует в измерении нескольких параметров, или выполняет несколько функций (управления, информационную, контроля и т.п.), то берется доля от величины $И_{зп_t}$, приходящаяся на функцию измерения данного параметра.

$m$ – количество средств измерений, участвующих в выполнении измерений данного параметра;

$И_{tj}$ – годовые текущие издержки (без затрат на основную и дополнительную заработную плату оператора) при использовании $j$-го средства измерений, выполняющего измерение данного параметра

$$И_{tj} = И_{амj} + И_{повtj} + И_{ремtj} + И_{эtj} \qquad (I.5)$$

где $И_{амtj}$ – годовые затраты на амортизационные отчисления $j$-го средства измерений при измерении данного параметра, руб.;

$И_{повtj}$ – годовые затраты на поверку $j$-го средства измерений при измерении данного параметра, руб.;

$И_{ремtj}$ – годовые затраты на текущий ремонт $j$-го средства измерений при измерении данного параметра, руб.;

$И_{эtj}$ – годовые затраты на электроэнергию и материалы при измерении данного параметра $j$-м средством измерений, руб.

Если $j$-ое средство измерений является общим для измерения ряда параметров или выполняет не только измерительную функцию, то соответствующие затраты умножаются на коэффициент $\int$ (см. п. 3.8).

Примечание.

В случае оценки затрат по одному или нескольким параметрам для выбора наилучшего варианта решения измерительной задачи или оптимизации точности измерений накладные расходы не учитываются Если затраты на все виды измерений суммируются по предприятию, тогда в текущих издержках необходимо учитывать и накладные расходы.

I.7. Единовременные затраты на измерения включают:

затраты на проведение метрологических НИОКР при создании нестандартизованных средств и методик измерений;

затраты на приобретение средств измерений по оптовым или договорным ценам;

сопутствующие капитальные вложения, необходимые для проведения измерений;

затраты на обучение операторов.

2. Определение текущих издержек

2.I. Годовые затраты на заработную плату оператора определяются по формуле:

$$U_{зп_t} = [C(1+H_o)(1+H_c)] \cdot H, \qquad (2.I)$$

где $C$ - среднемесячная основная заработная плата оператора, руб.;

$H_o, H_c$ - коэффициенты, учитывающие отчисления на дополнительную заработную плату и социальное страхование.

В случае, когда средство измерений работает в автоматизированном или автоматическом режиме, т.е. без участия оператора.

$$U_{зп_t} = 0$$

2.2. Годовые затраты на амортизационные отчисления $j$-го средства измерений определяются по формуле:

$$U_{ам_j} = U_{об_j}(P + P_{к\,рем}) \qquad (2.2)$$

где $И_{б_j}$ - балансовая стоимость $j$ -го средства измерений, руб.;

$\rho, \rho_{крем}$ - нормы отчислений на реновацию и капитальный ремонт данного средства измерений.

В укрупненных расчетах можно принять $\rho + \rho_{крем} = 0{,}15–0{,}30$.

В балансовую стоимость включается оптовая цена средства измерений $И_{опт}$, а также затраты на его доставку и монтаж.

Значения $\rho, \rho_{крем}$ определяются в соответствии с приложением 2 и 3.

Затраты на доставку и монтаж средства измерений могут быть выражены через оптовую цену. Например, для средств измерений, входящих в измерительный канал АСУТП, затраты на доставку и монтаж составляют приблизительно 30% от стоимости.

2.3. При расчете затрат на поверку следует учитывать два варианта ее организации:

в метрологической службе предприятия,

в территориальном органе Госстандарта.

При поверке $j$ -го средства измерений на предприятии годовые затраты на ее осуществление определяются по формуле:

$$И_{пов_j} = c_j^{o} \frac{365}{T_j} \qquad (2.3)$$

где $c_j^{o}$ - стоимость поверки $j$ -го средства измерений;

$T_j$ - межповерочный интервал $j$ -го средства измерений в днях.

При поверке в территориальном органе Госстандарта- затраты включают в себя таксу сбора за поверку, расходы на транспортировку, а также затраты, обусловленные ремонтом и повторной поверкой средства, пострадавших при транспортировке.

2.4. Годовые затраты на текущий ремонт $j$ -го средства измерений определяются на основе статистической отчетности, они могут быть выражены долей от расходов на капитальный ремонт, если же имеются нормативы на все виды ремонта, то эти затраты определяются по установленным нормативам.

2.5. Годовые затраты на электроэнергию и материалы при выполнении измерений $j$-м средством измерений определяются по формуле:

$$И_{Эtj} = N_{расхtj} \cdot C_Э, \qquad (2.4)$$

где $N_{расхtj}$ - годовая норма расхода электроэнергии или материалов $j$-м средством измерений;

$C_Э$ - стоимость потребляемой единицы энергии или материала, руб.

3. Определение единовременных затрат

3.1. Укрупненная оценка единовременных затрат $K_t$ основывается на определении оптовой $Ц_{опт}$ цены средства измерений, в случае отсутствия значения оптовой цены применяется договорная цена (в дальнейшем просто " цена").

Значение цены также используется при расчете амортизационных отчислений по формуле (2.2).

3.2. Укрупненное определение цен на средства измерений распространяется на средства измерений, имеющие аналоги, и основывается на принципе сопоставимости, который предполагает сходство конструктивных и эксплуатационных характеристик. Выбору аналога необходимо уделять особое внимание. Ошибка в его выборе влечет за собой искажение конечного результата, поэтому чем больше признаки, указанные для таких аналогов будут схожи, тем точнее окажется результат расчета.

3.3. При укрупненном определении цены средства измерений следует использовать следующие методы:

удельных показателей;

балловый,

регрессионного анализа.

3.4. Метод удельных показателей применяется для ориентировочного, весьма простого расчета цены нового средства измерений при известной цене налога.

Он связывает цену средства измерений с ее основными технико-

экономическими показателями.

Для применения этого метода выбираются основные показатели по новому средству измерений и аналогу.

Цена нового средства измерений $Ц_н$ определяется по формуле:

$$Ц_н = \frac{Ц_а}{n} \cdot \sum_{i=1}^{n} \frac{x_{iн}}{x_{iа}} \qquad (3.1)$$

где $Ц_а$ -оптовая цена аналогичного средства измерений, руб.;

$x_{iн}; x_{iа}$ - соответственно $i$-ые технико-экономические показатели нового и аналогичного средства измерений.

Если с изменением величины $i$-го технико-экономического показателя цена средства измерений изменяется обратно пропорционально, то вместо $x_{iн}$ и $x_{iа}$ следует в формуле (3.1) принять соответственно $1/x_{iн}$ и $1/x_{iа}$.

$n$ - количество показателей, используемых в расчете.

3.5. Балловый метод основан на применении результатов экспертных опросов о значимости технико-экономических показателей средств измерений, при этом рекомендуется, чтобы число показателей не превышало шести.

Цена нового средства измерений определяется по формуле:

$$Ц_н = Ц_а \frac{\sum_{i=1}^{n} б_{iн} \cdot в_{iн}}{\sum_{i=1}^{n} б_{iа} \cdot в_{iа}} \qquad (3.2)$$

где $б_{iа}, б_{iн}$ - балловая оценка, приписанная $i$-му показателю аналогичного и нового средства измерений;

$в_{iа}, в_{iн}$ - весомость $i$-го технико-экономического показателя аналогичного и нового средства измерений.

Весомости показателей как для аналогичного, так и для нового средства измерений должны удовлетворять условию нормировки.

$$\sum_{i=1}^{n} в_{i(а)(н)} = 1 \qquad (3.3)$$

3.6. Метод регрессионного анализа основан на установлении аналитической зависимости между ценой и технико-экономическими показателями средства измерений при наличии между ними корреляционной связи.

3.6.1. Этот метод применяется для средств измерений, вкстраивающихся в параметрические ряды.

Параметрический ряд представляет собой группу средств измерений с одинаковой номенклатурой технико-экономических показателей, закономерно связанных с ценами этих средств.

3.6.2. Для построения регрессионных зависимостей необходимо провести сбор и обработку достаточно представительной выборки средств измерений с целью установления наличия корреляционной связи между ценой средств измерений и их технико-экономическими показателями и выбора среди них основных.

3.6.3. Установление корреляционной связи производится табличным, графическим методами или посредством коэффициента корреляции.

При табличном методе производится логический анализ рядов, составленных из технико-экономических показателей, расположенных в убывающем или возрастающем порядке.

Графическое представление позволяет ориентировочно изучить и характер такой связи.

Использование коэффициента корреляции позволяет количественно оценить тесноту связи технико-экономических показателей с ценой средств измерений.

Коэффициент парной корреляции характеризует тесноту связи между ценой и одним отдельным технико-экономическим показателем, коэффициент множественной корреляции - между ценой и совокупностью показателей.

Основными считаются показатели, обеспечивающие наибольшие значения коэффициентов корреляции.

3.6.4. При парной корреляции рекомендуется пользоваться следующими уравнениями регрессии:

$Ц_к = a_0 + a_1 x_t$ – при линейной форме связи (3.4)

$Ц_н = a_0 x_1^{a_1}$ – при степенной форме связи (3.5)

$Ц_н = a_0 + \frac{a_1}{x_t}$ – при гиперболической форме, (3.6)

где $x_t$ – значение основного показателя данного параметрического ряда;

$a_0, a_1$ – коэффициенты уравнения регрессии.

3.6.5. Множественная корреляционная связь выражается следующими формулами:

$Ц_н = a_0 + a_1 x_1 + a_2 x_2 + \dots a_n x_n$ – при линейной форме связи, (3.7)

$Ц_к = a_0 x_1^{a_1} \cdot x_2^{a_2} \dots x_n^{a_n}$ – при степенной форме связи (3.8)

$Ц_к = a_0 + \frac{a_1}{x_1} + \frac{a_2}{x_2} + \dots \frac{a_n}{x_n}$ – при гиперболической форме связи. (3.9)

где $x_1, x_2, \dots, x_n$ – основные технико-экономические показатели параметрического ряда;

$a_0, a_1, a_2, \dots, a_n$ – коэффициенты уравнения регрессии.

При использовании методов множественной корреляции расчеты целесообразно вести с помощью ЭВМ.

3.6.6. Точность регрессионных методов характеризуется коэффициентом отклонения $K_0$, определяемым по формуле:

$$K_0 = \frac{|Ц_р - Ц_ф| \cdot 100}{Ц_ф} \%, \qquad (3.10)$$

где $Ц_р$ – расчетная цена средства измерений параметрического ряда, руб.;

$Ц_ф$ – фактическая цена средства измерений, руб.

Как правило, точность модели считается удовлетворительной, если $K_0 \leq 8 \div 13\%$.

В случае значительного отклонения полученных расчетных цен от фактических ( $K_o > 13\%$) проверяется правильность выбора основных (основного) показателя и вида аналитической функции.

3.6.7. Порядок и методика проведения регрессионного анализа осуществляются в соответствии с требованиями математической статистики.

3.7. При применении нескольких средств измерений единовременные затраты $K_t$ определяются по формуле:

$$K_t = \sum_{j=1}^{n} Ц_{опт\,j} \qquad (3.11)$$

где $Ц_{опт\,j}$ – оптовая цена $j$ -го средства, участвующего в выполнении измерений данного параметра, руб.

3.8. В случае, когда средство измерений участвует в измерении ряда параметров или выполняет помимо измерительной другие функции (управления, технологической защиты и т.п.), соответствующие цены умножаются на коэффициент $\int$ .

В ориентировочных расчетах, если средство измерений используется для измерения нескольких параметров, то коэффициент $\int = \frac{1}{e}$ (где $e$ – число параметров, при измерении которых используется одно и то же средство измерений).

В ориентировочных расчетах, если средство измерений выполняет не только измерительные функции, то коэффициент $\int = \frac{1}{P}$ (где P – общее число входных и выходных измерительных и неизмерительных каналов, которые реализуются данным средством измерений).

## 4. Получение исходных данных определения затрат

При сборе исходной технико-экономической информации о характеристиках и ценах средств измерений используются прейскуранты и промышленные каталоги, отчетность о средствах измерений на предприятии, бухгалтерская отчетность.

Основные источники получения информации об основных составляющих затрат на измерения приведены в Приложении 4.

Приложение I

Коэффициенты приведения по фактору времени

| $t$, год | $\alpha_t$ | $\frac{1}{\alpha_t}$ | $t$, год | $\alpha_t$ | $\frac{1}{\alpha_t}$ |
|---|---|---|---|---|---|
| I | I,I000 | 0,909I | II | 2,853I | 0,3506 |
| 2 | I,2I00 | 0,8264 | I2 | 3,I354 | 0,3I86 |
| 3 | I,33I0 | 0,75I3 | I3 | 3,4522 | 0,2897 |
| 4 | I,464I | 0,6830 | I4 | 3,7975 | 0,2638 |
| 5 | I,6I05 | 0,6209 | I5 | 4,I772 | 0,2364 |
| 6 | I,77I6 | 0,5645 | 20 | 6,7274 | 0,I436 |
| 7 | I,9437 | 0,5I32 | 25 | I0,8346 | 0,0923 |
| 8 | 2,I436 | 0,4665 | 30 | I7,4432 | 0,0575 |
| 9 | 2,3579 | 0,424I | 40 | 45,2587 | 0,022I |
| I0 | 2,5937 | 0,3855 | 50 | II7,3895 | 0,0085 |

Приложение 2

Коэффициенты реновации новой техники

| $T_{сл}$ лет | Р | $T_{сл}$ лет | Р | $T_{сл}$ , лет | Р | $T_{сл}$, лет | Р |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| I,0 | I,6000 | 6,0 | 0,I296 | II,0 | 0,0540 | 20,0 | 0,0I70 |
| 2,0 | 0,4762 | 7,0 | 0,I054 | I2,0 | 0,0468 | 25,0 | 0,0I02 |
| 3,0 | 0,302I | 8,0 | 0,0874 | I3,0 | 0,0406 | 30,0 | 0,006I |
| 4,0 | 0,2I55 | 9,0 | 0,0736 | I4,0 | 0,0357 | 40,0 | 0,00226 |
| 5,0 | 0,I638 | I0,0 | 0,0627 | I5,0 | 0,03I5 | 50,0 | 0,00086 |

Примечание: $T_{сл}$ – срок службы средств измерений

Приложение 3

Нормы амортизационных отчислений на капитальный ремонт

| Группы и виды основных фондов | Норма отчислений на капитальный ремонт, % |
|---|---|
| Измерительные и регулирующие приборы, устройства и лабораторное оборудование | |
| Контрольно-измерительная аппаратура связи, сигнализации, централизации и блокировки, стационарная | I,8 |
| Оборудование испытательных станций | 3,8 |
| Измерительные лаборатории | |
| несамоходные | 8,7 |
| самоходные | 9,4 |
| Вагоны-дефектоскопы магнитные и ультразвуковые | I4,5 |
| Лабораторное обоудование и приборы | |
| Измерительные приборы и аппаратура, устройства КГА | 2,8 |
| Оборудование системы посадки и наземные радионавигационные средства вождения са молетов | 3,0 |
| Контрольно-измерительное и испытательное оборудование | 2,5 |
| Приборы для определения температуры, расхода и скоростей в химической промышленности | 8,0 |
| Электроизмерительные приборы и устройства общего и специального назначения | I,8 |
| Приборы для контроля и регулирования технологических процессов (за исключением приборов температуры) | 2,5 |
| Приборы для измерения и регулирозания температуры | I,2 |
| Весовое оборудование | |
| Весы лабораторные | 5,5 |
| Весы платформенные | 4,6 |
| Весы автомобильные | |
| стационарные | I,7 |
| передвижные | 4,0 |

| | |
|---|---|
| Весы вагонные | I,3 |
| Весы вагонеточные | 2,2 |
| Контрольно-весовые платформы и весопо-весочные вагоны | 2,7 |
| Весы и дозаторы специальные передвижные и электровагон-весы (кроме электровагонов-весов доменных цехов), электровесовые тележки и т.п. | I,7 |
| Вычислительная техника | |
| Машины электронные цифровые вычислительные с программным управлением общего назначения специализированные и управляющие | 2,0 |
| Аналоговые и клавишные электронные вычислительные машины | I,0 |
| Перфорационные и клавишные электромеханические вычислительные машины | 4,0 |

Приложение 4

## Источники получения технико-экономической информации для определения экономической эффективности метрологических работ

| Содержание технико-экономической информации | Источники получения технико-экономической информации |
|---|---|
| Объем, сроки, номенклатура и порядок прохождения средств измерений в производстве | Планово-диспетчерский отдел |
| Затраты на изготовление, транспортировку, монтаж, пуск, освоение, демонтаж и реконт оборудования | Отдел главного механика, бухгалтерия предприятия, планово-экономический отдел |
| Стоимость имеющихся зданий и сооружения | Отдел (управление) капитального строительства |
| Номенклатура, величина и стоимость запасов сырья, материалов и топлива и полуфабрикатов собственного производства | Отдел материально-технического снабжения |
| Номенклатура, количество и стоимость комплектующих изделий и полуфабрикатов со стороны | Отдел комплектации, отдел снабжения и сбыта, бухгалтерия предприятия |
| Нормы расхода сырья, материалов, полуфабрикатов, нормы отходов сырья и материалов | Бюро материальных нормативов отдела главного технолога |
| Нормативы трудовых затрат, данные по зарплате, численности и тарификации производственного персонала | Отдел труда и заработной платы предприятия |
| Сроки службы, нормы и величина амортизации основных и приравненных к ним средств | Планово-экономический отдел; бухгалтерия предприятия, отдел инструментального хозяйства |
| Технико-экономические характеристики установленного энергетического оборудования | Отдел главного энергетика, отдел главного механика, бухгалтерия предприятия |
| Удельные нормы расхода и стоимости топлива и энергии всех видов | Отдел главного энергетика, отдел главного механика, бухгалтерия предприятия |
| Режим работы предприятия, цеха, участка | Планово-экономический отдел, отдел кадров |
| Фонды времени работы оборудования и рабочих | Отдел главного механика, отдел труда и заработной платы |
| Текущие затраты в сфере применения результатов метрологических работ | Данные предприятий, данные научно-исследовательских институтов, данные министерств |

| | |
|---|---|
| Капитальные затраты в сфере применения результатов метрологических работ | Данные министерств, прейскуранты оптово-отпускных цен |
| Данные о сроках службы средств измерений | Отдел технического контроля, научно-исследовательские институты |
| Технико-экономические показатели вариантов метрологических работ | Результаты НИОКР, нормативные материалы, литературные данные |
| Технико-экономические показатели работы отрасли, предприятия, цеха | Материалы научно-исследовательских институтов, материалы лабораторий экономического анализа, материалы обследований предприятий, проведенных отраслевыми институтами |

gost.e-ecolog.ru