ВНИИНМАШ

Надёжность в технике
Методы оценки экономических последствий повышения надёжности

Р 50-54-96-88

gost.e-ecolog.ru

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СССР ПО СТАНДАРТАМ
(Госстандарт СССР)

Всесоюзный научно-исследовательский институт
по нормализации в машиностроении
(ВНИИНМАШ)

Утверждены
Приказом ВНИИНМАШ
№ 286 от 12.10.88 г.

Надежность в технике. Методы оценки экономических последствий повышения надежности

Р е к о м е н д а ц и и

Р 50-54-96-88

Москва 1989

УДК 338.34:620.169 Группа Т 50

Р е к о м е н д а ц и и

Надежность в технике. Методы оценки экономических последствий повышения надежности

Р 50-54-96-88

ОКСТУ 0025

Рекомендации (Р) устанавливают общие принципы определения экономической эффективности повышения надежности продукции машиностроения при:

технико-экономическом обосновании выбора вариантов повышения надежности по прогнозируемым показателям;

постановке изделий на производство на основании результатов испытаний опытных образцов;

оценке фактической экономической эффективности по итогам эксплуатации серийно выпускаемой продукции.

В развитие настоящих Р могут разрабатываться методики и расчетные нормативы в отраслях машиностроения.

I. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

I.I. Показателями экономической эффективности служат годовой экономический эффект и коэффициент экономической эффективности (срок окупаемости).

I.2. Экономический эффект от повышения надежности машин составляет разность между экономией всех производственных ресурсов и затратами на внедрение и разработку проведенных с этой целью мероприятий. Его оценивают методом сравнения двух вариантов повышения надежности: базового и с улучшенными показателями. За оптимальный принимают тот, который обеспечивает наибольшую величину экономического эффекта. Все технико-экономические показатели сравниваемых вариантов должны быть сопоставимы по времени.

I.3. Экономический эффект рассчитывается по всей номенклатуре и объему выпуска продукции. Если мероприятие по повышению надежности охватывает большую номенклатуру изделий, расчет производят на изделие-представитель (группу изделий-предоставителей) с последующим распространением на всю продукцию с повышенной надежностью.

I.4. Последовательность расчета экономической эффективности повышения надежности:

выбор базы сравнения;

определение расчетного года;

выявление источников экономии;

выбор (вывод) расчетной формулы;

сбор исходных данных;

проведение расчета.

Оценка проводится как по отдельным составляющим - безотказности, ремонтопригодности, сохраняемости и долговечности, так и по комплексным показателям надежности, например, коэффициенту готовности.

I.5. Мероприятия по повышению надежности осуществляются на всех стадиях жизненного цикла изделий:

на стадии проектирования:

увеличение ресурса деталей лимитирующей группы;

оптимизация допусков на параметры деталей, обусловливающих рассеивание ресурса;

оптимизация номенклатуры и количества запасных частей;

изменение периодичности и объема операций ТО;

оптимизация номенклатуры и количества запасных частей в составе ЗИП;

корректировка конструкции машины с целью уменьшения трудоемкости замены деталей и сборочных единиц;

оптимизация ресурса, массы и стоимости деталей с усталостными отказами;

снижение металлоемкости деталей и сборочных единиц, не отказывающих за ресурс;

оптимизация системы диагностирования машин;

оптимизация объема и периодичности предупредительных замен деталей (сборочных единиц);

оптимизация объема и периодичности ремонта машин;

разработка и совершенствование системы контроля качества изготовления машин;

на стадии производства - введение и оптимизация:

входного контроля основных материалов и комплектующих изделий;

операционного контроля изготавливаемых деталей;

приемочного контроля;

на стадии эксплуатации - реализация способов повышения надежности, предусмотренных на стадии проектирования.

2. ВЫБОР БАЗЫ СРАВНЕНИЯ

При оценке экономической эффективности впервые разрабатываемых изделий за базу сравнения принимают достигнутые технико-экономические показатели изделий, близких по конструктивно-технологическим и эксплуатационным свойствам; при модернизации серийно выпускаемых изделий - их показатели.

В тех случаях, когда новая или модернизированная продукция производится на заводах с разным уровнем развития производства, в расчете используют среднеотраслевые значения технико-экономических показателей базовой и проектируемой машины с повышенной надежностью, либо среднеотраслевые показатели эксплуатации оцениваемого изделия или аналогичные данные наиболее типичных предприятий, обеспечивающих наибольший экономический эффект. Если повышение надежности отечественного изделия позволяет заменить им зарубежный аналог, то за базу сравнения принимаются данные об эксплуатации и стоимости последнего.

Базой сравнения могут служить и лучшие мировые образцы при сопоставимости их по технико-экономическим показателям производства и эксплуатации с оцениваемыми изделиями повышенной надежности.

3. УСТАНОВЛЕНИЕ РАСЧЕТНОГО ГОДА

Годовой экономический эффект определяется на основе объема выпуска и величины технико-экономических показателей в расчетном году.

За расчетный принимают первый год после окончания планируемого срока освоения выпуска изделий с повышенной надежностью. Как правило, это второй или третий год серийного выпуска оцениваемой продукции.

4. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ИСТОЧНИКОВ ЭКОНОМИИ

4.1. В зависимости от номенклатуры повышаемых показателей надежности улучшаются те или иные технико-экономические показатели, характеризующие эксплуатационные свойства изделий.

4.2. С ростом безотказности увеличивается наработка на отказ или вероятность безотказной работы. Уменьшается число внезапных отказов и тем самым - суммарная величина затрат на их устранение, которые входят в состав эксплуатационных издержек потребителя наряду с заработной платой ремонтных рабочих, стоимостью используемых запасных частей и материалов, частью амортизационных отчислений, предназначенных на капитальный ремонт.

Издержки рассчитываются на единицу выпущенной продукции (выполненной работы) или единицу полезного эффекта за год службы изделия. Второе предпочтительнее, так как позволяет легче приводить в сопоставимый вид сравниваемые базовый и проектируемый уровни надежности.

Изменение годовых эксплуатационных издержек в расчете на объем продукции (работы), производимой машиной повышенной надежности, определяется уменьшением затрат на устранение отказов за счет сокращения их количества и трудоемкости, а также снижением расходов эксплуатационных материалов вследствие роста производительности.

Изменение сопутствующих капитальных вложений в сфере эксплуатации учитывается без изменения стоимости (цены) машины повышенной надежности.

Повышение безотказности приводит к увеличению времени эффективной работы машины за счет сокращения сроков простоя в ремонте, что равносильно росту производительности.

4.3. Изменение ремонтопригодности характеризуется средним временем или удельной трудоемкостью устранения отказа.

Уменьшение затрат на устранение отказов складывается из снижения трудоемкости, экономии запасных частей и материалов, сокращения амортизационных отчислений основных производственных фондов эксплуатирующих предприятий.

Улучшение ремонтопригодности машины приводит к тем же экономическим последствиям, что и рост безотказности. При одинаковых показателях безотказности эффективнее машина с более высокими показателями ремонтопригодности. Сокращение времени на поиск и устранение отказа позволяет также снизить эксплуатационные издержки и повысить время эффективной работы (рост производительности).

4.4. Сохраняемость продукции машиностроения характеризуется средним или установленным ее сроком и определяется условиями упаковки, транспортирования и хранения. Повышение показателей сохраняемости приводит к снижению (иногда значительному) сопутствующих капитальных затрат потребителя на монтаж, на приведение машины в работоспособное состояние, позволяет сократить сроки освоения проектной мощности.

4.5. Увеличение основных показателей долговечности - ресурса и срока службы-способствует росту объемов продукции, производимой машиной с повышенной надежностью, что равносильно дополнительному выпуску машин.

Увеличение ресурса комплектующих деталей приводит к сокращению количества ремонтов машины и учитывается при расчете экономического эффекта как повышение ее безотказности.

5. РАСЧЕТНАЯ ФОРМУЛА

5.1. Расчетная формула годового экономического эффекта от повышения надежности изделий в общем виде:

$$Э_г = \left(З_1 K_н + \frac{(И'_1 - И'_2) - E_н (K'_2 - K'_1)}{P_2 + E_н} - З_2\right) \cdot A_2 . \qquad (1)$$

Здесь $З_I$ и $З_2$ – приведенные затраты на одно изделие, определяемые из выражения

$$З = С + E_н K, \qquad (2)$$

С – его себестоимость, р.;

К – удельные капитальные вложения в производственные (основные и оборотные) фонды, р.;

$E_н$ – нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений;

$K_н$ – коэффициент приведения в сопоставимый вид по объему продукции (работы), производимой данной машиной с повышенной надежностью, и по сроку службы;

$И_I$; $И_2$ – годовые эксплуатационные издержки потребителя в расчете на объем продукции (работы), выпущенной машиной с повышенной надежностью, р. Индексы I и 2 означают соответственно базовый и новый вариант;

K'_I; K'_2 – сопутствующие капитальные вложения потребителя без учета стоимости средств труда в расчете на объем продукции (работы), производимой машиной с повышенной надежностью, р.;

Р – доля отчислений от балансовой стоимости на реновацию средства труда – величина, обратная сроку его службы, определяемому с учетом морального износа;

A_2 – годовой выпуск машин с повышенной надежностью.

Коэффициент приведения в сопоставимый вид по объему продукции (работы), изготовленной машиной с повышенной надежностью, и по сроку службы в общем виде

$$K_и = \frac{B_2}{B_1} \cdot \frac{P_1 + E_н}{P_2 + E_н} = \frac{T_{эф_2} q_2}{T_{эф_1} q_2} \cdot \frac{P_1 + E_н}{P_2 + E_н} = \left(\frac{T_{эф_1} + \Delta t}{T_{эф_1}}\right) \times$$

$$\times \frac{P_1 + E_н}{P_2 + E_н} = \left(1 + \frac{\Delta t}{T_{эф_1}}\right) \frac{P_1 + E_н}{P_2 + E_н} , \qquad (3)$$

где Δt – приращение эффективного фонда времени работы машины с повышенной надежностью;

B_1; B_2 – годовые объемы продукции (работы), производимые с помощью этой машины в натуральных единицах;

$T_{эф}$ – эффективный фонд времени работы за год;

q_2 – производительность в единицу времени.

Текущие и единовременные издержки эксплуатации по базовому варианту следует приводить в сопоставимый вид по $K_н$ без учета $\frac{P_1 + E_н}{P_2 + E_н} = K_д$, так как они рассчитываются за весь срок службы.

5.2. Изменение показателей сохраняемости учитывается при изменении производственных и эксплуатационных затрат, то есть

$$K_н = K_0 = 1;$$

$$Э_г = \left[З_1 + \frac{(И'_1 - И'_2) - E_н (К'_2 - К'_1)}{P_2 + E_н} - З_2 \right] \cdot A_2 \qquad (4)$$

При повышении долговечности

$$K_н = K_д = \frac{P_1 + E_н}{P_2 + E_н} \cdot \qquad (5)$$

В простейшем случае доля отчислений от балансовой стоимости на полное восстановление может быть представлена в виде

$$P = \frac{1}{T_{сл}} , \qquad (6)$$

где $T_{сл}$ – срок службы машины.

Более точные результаты могут быть получены по формуле

$$P = \frac{E}{(1+E)^{T_{сл}} - 1} , \qquad (7)$$

где E = 0,1.

При повышении безотказности

$$K_н = K_б = 1 + \frac{(n_1 - n_2)t}{T_{эф_1}},$$

где n_1, n_2, – среднее количество отказов за год; $t = t_1 = t_2$ – среднее время устранения одного отказа.

При повышении ремонтопригодности

$$K_н = K_р = 1 + \frac{(t_1 - t_2)n}{T_{эф_1}}. \qquad (8)$$

При повышении ремонтопригодности и долговечности

$$K_н = K_р \cdot K_д = \left(1 + \frac{n(t_1 - t_2)}{T_{эф_1}}\right) \cdot \frac{P_1 + E_н}{P_2 + E_н}. \qquad (9)$$

При повышении безотказности и долговечности

$$K_н = K_б \cdot K_д = \left(1 + \frac{t(n_1 - n_2)}{T_{эф_1}}\right) \cdot \frac{P_1 + E_н}{P_2 + E_н}. \qquad (10)$$

При повышении ремонтопригодности и безотказности

$$K_н = K_{бр} = 1 + \frac{t_1 n_1 - t_2 n_2}{T_{эф_1}}. \qquad (11)$$

При повышении безотказности, ремонтопригодности и долговечности

$$K_н = K_{бр} K_д = \left(1 + \frac{t_1 n_1 - t_2 n_2}{T_{эф_1}}\right) \frac{P_1 + E_н}{P_2 + E_н}. \qquad (12)$$

5.3. Кроме основного экономического эффекта согласно выражениям (I)–(5) с повышением надежности некоторых видов машин создается дополнительная экономия в сопряженных сферах, которую определяют по величине предотвращенного ущерба с учетом технологических особенностей эксплуатации в отраслях:

тракторное и сельскохозяйственное машиностроение – сокращение невосполнимых потерь сельскохозяйственной продукции, повышение урожайности;

энергетическое машиностроение – снижение потерь из-за отключений электроэнергии;

транспортные средства – уменьшение страховых запасов предприятий и организаций на случай срыва поставок смежников;

технологическое оборудование – сокращение межоперационных заделов, создаваемых на поточных линиях с целью бесперебойной работы при внезапном отказе одного из станков.

6. СБОР ИСХОДНЫХ ДАННЫХ

6.1. Исходные данные для расчета экономической эффективности определяются методами статистической обработки информации и прогнозирования.

6.2. Себестоимость базового варианта вычисляется из среднеотраслевой себестоимости изделия с учетом динамики к расчетному году. Если большая часть оцениваемых машин выпускается на одном предприятии, базой сравнения может служить себестоимость производства базовой машины, также приведенная к расчетному году.

Себестоимость машины с повышенной надежностью прогнозируется с помощью существующих экономико-математических методов. Метод удельных показателей используется, если известны условно-переменные статьи затрат от повышения надежности. Определив наиболее весомый технико-экономический показатель (чаще всего это масса и мощность, в эксплуатации – производительность), прогнозируем затраты на производство модернизируемой техники

$$З_{tiн} = \frac{З_{jmб}}{Х_{jmб}} Х_{tiн} \prod_{i=1}^{i=n} K_{it}, \qquad (13)$$

где $З_{tiн}$ – затраты на производство (эксплуатацию) нового объекта в t -м году при i -х условиях производства (эксплуатации);

$З_{jбm}$ – затраты на производство (эксплуатацию) базового объекта в m году при j -х условиях производства (эксплуатации);

$X_{tiн}, X_{jmб}$ – характеристики нового и базового объекта соответственно;

$\prod_{i=1}^{n} K_{it}$ – произведение коэффициентов, учитывающих условия производства (эксплуатации).

Величина затрат на повышение надежности может прогнозироваться по установленным корреляционным зависимостям себестоимости от показателей надежности. На основании статистически обработанной информации о надежности и себестоимости машин, выпускаемых различными предприятиями в разные годы, а также об их модификациях устанавливается зависимость вида

$$C_2 = C_0 + C_1 \ (f(н)), \tag{14}$$

где C_2 – прогнозируемая себестоимость новой машины;

C_0 – условно-постоянная часть себестоимости, не зависящая от изменения надежности;

$C_1 \ (f(н))$ – часть себестоимости, функционально зависящая от изменения надежности, выражаемая в виде

$$f(н) = C_б \left(\frac{T_п}{T_б}\right)^{\alpha}; \tag{15}$$

$$f(н) - C_б \left(\frac{\ln P_б}{\ln P_п}\right)^{\alpha}, \tag{16}$$

где $C_б$ – затраты, зависящие от величины надежности при базовой безотказности $T_б$ проектируемой машины;

$T_п$ и $T_б$ – наработка на отказ проектируемой и базовой машины;

$P_п$ и $P_б$ – вероятность безотказной работы проектируемой и базовой машины;

α – показатель, зависящий от вида машины, особенностей и вида производства, условий эксплуатации и т.д.

Дополнительные текущие затраты на повышение надежности определяют прямым счетом, учитывая затраты на конкретные мероприятия, проводимые с этой целью:

$$C_1(f(н)) = C_р + C_з + C_с + C_б + C_м + C_{пр} \ldots \tag{17}$$

Здесь $C_р$ – затраты на резервирование;

$C_з$ – затраты на замену узлов и деталей, часто выходящих из строя, на более совершенные по конструктивному исполнению, используемым материалам, применяемой технологии изготовления и т.д.;

$C_с$ – на совершенствование методов контроля;
$C_в$ – на введение дополнительных контрольных операций;
$C_м$ – на совершенствование методов испытаний;
$C_{пр}$ – прочие.

6.3. Удельные капитальные вложения в производственные фонды машины, принятой за базу сравнения, вычисляют из среднеотраслевого значения фондоемкости производства:

$$K_1 = C_1 \cdot \Phi_x , \qquad (18)$$

где K_I – удельные капитальные вложения базовой машины;
C_I – ее себестоимость в расчетном году;
Φ_x – среднеотраслевая фондоемкость продукции, приведенная к расчетному году с учетом динамики этого показателя.

Удельные капитальные вложения для машин повышенной надежности составляют

$$K_2 = K_1 + \frac{\Delta K}{A_2} , \qquad (19)$$

где A_2 – выпуск машины в расчетном году в натуральном выражении. Эти вложения определяются по величине дополнительных единовременных затрат на проведение мероприятий с целью повышения надежности, которые приводят по фактору времени к расчетному году

$$\Delta K = \sum_{i=1}^{T} K_i (1+E)^t , \qquad (20)$$

где ΔK – дополнительные единовременные затраты;
K_i – единовременные затраты в i-м году;
$E=0,1$ – норматив приведения;
t – число лет от расчетного года ($t_р$) до года осуществления мероприятий (t_i): $t = t_р - t_i$;
T – число лет, в течение которых осуществляются ΔK.

В состав дополнительных единовременных затрат входят:

стоимость основных производственных фондов, дополнительно приобретенных для обеспечения повышения надежности;

дополнительная стоимость нормируемых оборотных средств;

сметная стоимость научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ по повышению надежности машин;

техническая подготовка производства машин с повышенной надежностью.

6.4. При проведении мероприятий по повышению надежности величины единовременных и текущих затрат определяют прямым счетом или по разработанным нормативам (см.п.I.5).

6.4.I. На стадии проектирования эти мероприятия направлены на снижение себестоимости машины.

Так, при замене одной сборочной единицы, детали или крепежа другими получаем

$$C_2 = C_1 - C_з + C_в, \qquad (2I)$$

где $C_з$ – стоимость (цена или технологическая себестоимость) исключенной детали; $C_в$ – стоимость детали, устанавливаемой взамен.

При использовании другого материала

$$C_2 = C_1 - N_з \cdot Ц_з + N_в Ц_в, \qquad (22)$$

где $N_з$, $N_в$ – норма расхода исключаемого и вновь вводимого материала; $Ц_з$ – $Ц_в$ – их цена.

При введении дополнительных узлов и деталей (резервирование, блокировка, автоконтролирующие и саморегулирующие устройства и т.д.)

$$C_2 = C_1 + \sum_{i}^{n} C_{вi}, \qquad (23)$$

где $C_{вi}$ – стоимость (оптовая цена или технологическая себестоимость) дополнительно вводимых узлов и деталей; n – их количество.

При использовании материалов, дополнительно прошедших упрочняющую обработку,

$$C_2 = C_1 + \sum_{i}^{n} C_{оni}, \qquad (24)$$

где C_{oni} – дополнительные затраты на i –ю операцию по упрочняющей обработке материалов; n – количество дополнительных операций

$$C_{oni} = t_i n_i + M_i + p_i K_i , \qquad (25)$$

где t_i – штучно-калькуляционное время на проведение i –й операции;

n_i – расценка i –й операции;

M_i – норма расхода основных материалов на i –ю операцию;

K_i – балансовая стоимость оборудования, используемого на i –й операции;

p_i – норма амортизационных отчислений на i –ю операцию.

6.4.2. Мероприятия, проводимые на стадии производства, влияют как на себестоимость изготовления, так и на величину удельных капитальных вложений.

При изменении или введении новых технологических и контрольных операций себестоимость рассчитывают по формулам (6,17-20).

При использовании нового технологического и контрольного оборудования изменяется величина удельных капитальных вложений

$$K_2 = K_1 + \frac{\Delta K}{A_2} , \qquad (26)$$

где ΔK – балансовая стоимость дополнительного оборудования; A_2 – годовой выпуск машин повышенной надежности в расчетном году.

Обеспечение достоверности контрольной информации связано с совершенствованием методов статистического контроля. Повышение надежности сокращает затраты на осуществление контрольных операций.

6.4.3. Мероприятия на стадии эксплуатации направлены на сокращение текущих затрат.

Оптимизация системы технического обслуживания, ремонта и диагностирования приводит к уменьшению текущих издержек.

При изменении периодичности и объемов технического обслуживания и текущих ремонтов

$$U_2' = U_1' + \sum_{i}^{n} \left(\frac{\Gamma_\Phi}{T_{oi}''} \cdot C_{oi}'' - \frac{\Gamma_\Phi}{T_{oi}'} \cdot C_{oi}' \right) - \left(\frac{\Gamma_\Phi'}{T_{тр}''} \cdot C_{тр}'' - \frac{\Gamma_\Phi'}{T_{тр}'} \cdot C_{тр}' \right), \quad (27)$$

где Γ_Φ – годовой фонд времени работы машины;

T_{oi}', T_{oi}'' и C_{oi}', C_{oi}'' – периодичность и стоимость технического обслуживания i-го вида до и после проведения работ по повышению надежности соответственно;

$T_{тр}'$, $T_{тр}''$ и $C_{тр}'$, $C_{тр}''$ – периодичность и стоимость текущего ремонта до и после проведения работ по повышению надежности соответственно.

При проведении дополнительных операций по диагностированию технического состояния машин или введении дополнительных технических обслуживаний и текущих ремонтов

$$U_2' = U_1' + \sum_{1}^{l} C_g, \quad (28)$$

где C_g – стоимость дополнительных операций и l – количество дополнительных видов диагностирования, технического обслуживания и ремонта.

Оптимизация номенклатуры и количества запасных частей, как правило, приводит к изменению запасов товаро-материальных ценностей (оборотных средств) эксплуатирующих предприятий и требует изменения производственных мощностей предприятий-изготовителей.

Сопутствующие капитальные вложения в результате оптимизации номенклатуры и количества запасных частей

$$K_2' - K_1' = \sum_{1}^{k} C_{зчi} (\gamma_{1i} - \gamma_{2i}), \quad (29)$$

где $C_{зчi}$ – цена запасных частей i-го вида; γ_{1i}, γ_{2i} – норма расхода запасных частей i-го вида до и после оптимизации; k – количество видов запасных частей.

Удельные капитальные вложения предприятий-изготовителей

$$K_2 = K_1 - \frac{K_{32.1} - K_{32.2}}{A_2}, \qquad (30)$$

где $K_{32.1}, K_{32.2}$ – стоимость основных производственных фондов и нормируемых оборотных средств, используемых в производстве запасных частей, до и после оптимизации их номенклатуры и количества; A_2 – годовой выпуск машин повышенной надежности.

7. ОПРЕДЕЛЕНИЕ УЩЕРБА ОТ НИЗКОЙ НАДЕЖНОСТИ ПРОДУКЦИИ

7.1. Ущерб от низкой надежности машиностроительной продукции представляет отрицательные экономические последствия ее изготовления и эксплуатации, вызывающие ухудшение стоимостных показателей деятельности предприятий.

Эти последствия подразделяются на безвозвратные потери, невосполнимые затраты вследствие нарушения технологии производства и недоиспользованные возможности получения прибыли в результате простоев, непроизводительных расходов (штрафы, неустойки и т.п.), преждевременного списания из-за аварийных отказов.

7.2. Затраты на обеспечение (например, путем резервирования) и поддержание данного уровня надежности (например, путем ремонтов) направлены на повышение качественных показателей продукции, следовательно, не являются ущербом и учитываются при определении экономической эффективности продукции в составе капитальных вложений, себестоимости и эксплуатационных издержек.

7.3. Ущерб от низкой надежности продукции рассчитывается на этапах проектирования, изготовления, эксплуатации при решении таких задач, как:

полная экономическая оценка уровня надежности;

принятие решения о целесообразности улучшения показателей надежности данной продукции при модернизации;

оптимизация уровня надежности проектируемой продукции;

выбор оптимального варианта капитальных вложений на реализацию тех или иных мероприятий по повышению надежности;

экономическое обоснование требований потребителя к показателям надежности;

обоснование величины показателей надежности, включаемых в нормативно-техническую документацию.

7.4. При определении ожидаемого ущерба используются прогнозируемые усредненные показатели (длительность простоев, процент бракованной продукции, количество отказов и т.д.). В расчетах фактического ущерба исходные данные характеризуют конкретные последствия низкой надежности на предприятии.

Если оценивают годовой экономический эффект, то расчет ведется на годовой выпуск продукции и за ее срок службы (годовой ущерб). При оценке интегрального экономического эффекта суммируют ущерб, вычисленный за каждый год эксплуатации, принимая во внимание количество продукции (интегральный ущерб).

7.5. Величина ущерба зависит от возможных экономических последствий при изготовлении и эксплуатации продукции, а также использовании результатов ее эксплуатации (т.е. в сопряженных отраслях), включая ущерб, наносимый окружающей природной среде.

При расчете ущерба в сфере изготовления учитывают:

- снижение объема реализации из-за того, что изготовленная продукция не находит спроса:

$$У_1 = А_{нр} \cdot Ц_А - а Ц_и А_и , \qquad (31)$$

где $А_{нр}$ - объем технических устройств, нереализованных вследствие ненадежности, ед.;

$Ц_А$ - цена единицы оцениваемых технических устройств, р.;

$А_И$ - количество продукции, которую возможно использовать, ед.;

$Ц_И$ - ее цена;

$У$ - величина скидок с цены за продукцию с низкой надежностью

$$У = А_р \cdot (Ц_А - Ц_Н) . \qquad (32)$$

Здесь $A_р$ – объем продукции, реализованной по ценам с учетом скидок, ед.; $Ц_у$ – цена после уценки единицы продукции, р.

В сфере эксплуатации:

– величину безвозвратных потерь готовой продукции вследствие нарушения технологии производства из-за отказов

$$У = В \cdot Ц_в , \qquad (33)$$

где В – количество безвозвратно потерянной продукции; $Ц_в$ – цена единицы продукции, производимой с помощью оцениваемых машин, р.;

– невосполнимые затраты до момента отказа устройств, дающих полезный эффект лишь в том случае, если безотказно отработано заданное время,

$$У = (С - Р_к) \cdot q_ч \cdot Т_{эф} = (З_{пл} + М + Э + К_{из}) \cdot q_ч \cdot Т_{эф}, \qquad (34)$$

где С – себестоимость единицы продукции, производимой с помощью данного устройства, р.;

$Р_к$ – косвенные расходы предприятия, приходящиеся на единицу продукции, р.;

$З_{пл}$ – основная заработная плата производственных рабочих, р./ед.;

М – сырье и материалы, р./ед.;

Э – топливо и энергия для технологических целей, р./ед.;

$К_{чЗ}$ – покупные комплектующие изделия и полуфабрикаты;

$q_ч$ – часовая производительность устройства, ед.;

$Т_{эф}$ – фонд времени, отработанный им до момента отказа, ч;

– потери от брака из-за низкой безотказности оцениваемого устройства в виде себестоимости окончательно забракованных изделий и расходов на исправление брака за вычетом его стоимости по цене использования

$$У = Ц_в \cdot В_б + (З_{плБ} \cdot (1 + \alpha + \beta + k) + Ц'_п) \cdot В_{ви} - Ц_{ви}, \qquad (35)$$

где $З_{плБ}$ – заработная плата, затрачиваемая на исправление единицы бракованной продукции, р.;

$Ц'_{П}$ – цена покупных изделий и предметов труда, расходуемых на исправление единицы бракованной продукции, р.;

$В_{Би}$ – количество единиц забракованной продукции, подлежащей исправлению, шт.;

$В_{Б}$ – количество окончательно забракованной продукции, шт.;

$Ц_{Би}$ – стоимость брака по цене использования, р.;

α, β, k – коэффициенты, учитывающие отношение к основной заработной плате цеховых расходов и расходов на содержание оборудования, дополнительной заработной платы и отчислений на социальное страхование;

– потери от порчи предметов труда

$$У = \left[Ц_{пт} \cdot (1 + К_{т}) + З_{пл\,х} \cdot (1 + \alpha + \beta + k_{х})\right] \cdot П_{пт} - Ц_{пти} \cdot П_{пти}, \quad (36)$$

где $Ц_{пт}$ – цена единицы предмета труда, р.;

$К_{т}$ – коэффициент транспортно-заготовительных расходов на предприятии;

$З_{пл\,х}$ – основная заработная плата работников, занятых хранением предметов труда, в расчете на единицу предметов труда, р.;

$\alpha, \beta, k_{х}$ – коэффициенты, учитывающие отношение соответственно дополнительной заработной платы, отчислений на социальное страхование, цеховых расходов и расходов на содержание складского хозяйства к основной заработной плате работников, занятых хранением предметов труда;

$Ц_{пти}$ – стоимость единицы испорченного предмета труда по цене возможного использования, р.;

$П_{пт}, П_{пи}$ – количество предметов труда испорченных и тех, которые можно использовать,.ед.;

– оплату рабочим времени вынужденного простоя

$$У = Т_{пр} \cdot \gamma \sum_{i=1}^{n} З_{пл\,i} \cdot N_{i}, \quad (37)$$

где $T_{пр}$ – длительность простоя производственных рабочих, ч;

$З_{пл}i$ – среднечасовая основная и дополнительная заработная плата с отчислениями на социальное страхование рабочего i -го разряда, р.;

N_i – количество простаивающих рабочих i -го разряда, чел.;

n – число их разрядов;

δ – коэффициент снижения заработной платы при простое (0,67 для металлургической, горнорудной и коксовой промышленности; 0,5 для остальных отраслей);

– количество недовыработанной продукции из-за простоев оборудования

$$У = (Ц_в - З_{пл} - М - Э - К_{из}) \cdot q_ч \cdot T_{пр}, \qquad (38)$$

где $Ц_в$ – цена единицы продукции, производимой с его помощью, р.;

$З_{пл}, М, Э, К_{из}$ – основная заработная плата производственных рабочих, сырье и материалы, топливо и энергия, покупные комплектующие изделия и полуфабрикаты, приходящиеся на единицу продукции, р.;

$T_{пр}$ – длительность простоя, ч;

$q_ч$ – часовая производительность оцениваемого оборудования;

– потери вследствие отказа, приведшего к неработоспособному состоянию технического устройства раньше окончания срока службы, в виде недополученных амортизационных отчислений, продукции (работ), недовыработанной из-за преждевременного списания согласно (38), за вычетом возможной прибыли от реализации неработоспособного устройства или его комплектующих:

$$У\ З_{а.ч} \cdot (Т_а - Т'_{ч}) - Ц_{ин}, \qquad (39)$$

где $З_{ам}$ – сумма амортизационных отчислений в месяц, р.,

$$З_{ам} = \frac{Ф \cdot На}{12 \cdot 100};$$

$Ф$ – балансовая стоимость оцениваемого технического устройства, р.;

$Н_а$ – норма амортизационных отчислений;

$Т_а$ – срок службы, установленный в паспорте технического устройства (амортизационный период), мес.;

$Т'_{сл}$ – срок службы до момента наступления неработоспособного состояния, мес.;

$Ц_{ин}$ – стоимость неработоспособного технического устройства по цене возможного использования, р.;

– затраты на создание сверхнормативных резервов и другие мероприятия по ликвидации недовыработки продукции и последствий аварий;

– штрафы, пени, неустойки за непоставку или снижение качества производимой продукции.

7.6. В сопряженных отраслях ущерб определяют в зависимости от функционального назначения продукции и технологических особенностей данной отрасли с учетом тех же источников ущерба, что и в сфере эксплуатации, например, из-за простоев в строительстве (невыполнение работ), ввиду низкой надежности строительно-дорожных машин, порчи сырья для пищевой промышленности вследствие нарушения сроков перевозки по причине ненадежности транспортных машин, потери при сбое в подаче электроэнергии из-за отказов продукции энергетического машиностроения и т.п.

При этом вычитают ущерб, возмещенный в виде штрафов, пени, неустоек, а также часть потерь, покрываемых из страховых запасов.

7.7. Ущерб, наносимый окружающей природной среде, определяют согласно существующим нормативно-методическим документам, принимая во внимание отрицательные последствия, вызываемые низкой надежностью продукции.

7.8. Под простоем понимается перерыв в работе из-за ненадежности технических устройств, если по плану (графику использования, режиму работы предприятия и т.п.) предусмотрено рабочее время.

Время простоев $T_{пр}$ обусловливается:

- количеством отказов (безотказностью) и временем восстановления или замены (ремонтопригодностью)

$$T_{пр} = n \cdot t_в,$$

где n - количество отказов в год, ед.; $t_в$ - среднее время восстановления (устранения I отказа), ч.;

- недостаточным ресурсом комплектующих узлов и деталей (их долговечность или безотказность изделия в целом), приводящим к частым заменам за срок службы изделия,

$$T_{пр} = \frac{T_{сл} \cdot T_{эф}}{T_{рес}},$$

где $T_{сл}$ - срок службы изделия, лет; $T_{рес}$ - ресурс комплектующего элемента, ч.; $T_{эф}$ - эффективный фонд времени работы рассматриваемого изделия, ч.; $t_з$ - время, необходимое для замены комплектующего элемента, ч.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение I

Расчет экономической эффективности при изменении различных групп показателей надежности

Пример I.

При модернизации комбайна ДОН I500 в результате увеличения ресурса ремней (как детали лимитирующей группы – 40% отказов) средняя наработка на отказ комбайна повысилась с 7 до I0 ч.

Таблица I. Исходные данные

Показатели		Значения показателей		Источники получения исходных данных
наименование	обозначение	до повышения надежности	после повышения надежности	
I	2	3	4	5
Себестоимость комбайна, р.	С	I4040		Данные завода-изготовителя
Цена комплекта ремней, р.	$Ц_р$	I5	50	-
Объем годового выпуска комбайна, шт.	$А_2$		5000	Данные завода-изготовителя
Удельные капитальные вложения, р.	$К_I$	I3300	расчет	-"-
Длительность сезона уборки, ч,	Т	I80	I80	Норматив
в т.ч. часов в день	$Т_д$	I2	I2	
Средняя наработка на отказ	$Н_о$	7	I0	Данные завода-изготовителя
Среднее время устранения I отказа, ч	t	0,7	0,7	-"-
Срок службы, лет	$Т_{сл}$	7	7	Паспорт

Продолжение табл.I

I	2	3	4	5
Затраты на НИР, р	$З_{НИР}$		5500	Сметная стоимость
Часовая заработная плата с отчислениями ремонтных рабочих	$З_ч$	2,3	2,3	Норматив
Затраты на внедрение мероприятий, р.	$З_{вн}$	-	I3000	План мероприятий по внедрению
Сопутствующие капитальные вложения эксплуатации, р.	$К'$	I655	I655	Данные эксплуатационных испытаний
Расход топлива за час работы, р./ч	$Р_т$	0,65	0,65	
Потери урожая при увеличении сроков уборки на I день т/га	П	В среднем 0,I75		Статистические данные
Убираемая за сезон площадь, га	S	I000	I000	Данные эксплуатирующей организации
Цена пшеницы, р./т	$Ц_в$	I05	I05	Закупочные цены

Экономическую эффективность от повышения безотказности рассчитываем по формуле

$$Э_2 = \left[З_1 К_н + \frac{(U_1' - U_2') - Е_н (К_2' - К_1')}{Р_2 + Е_н} З_2 \right] А_2 .$$

Находим коэффициент Р для $Т_{сл} = 7$ (см.Прил.2):

$$Р = 0,I054.$$

Вычисляем количество отказов

$$n = \frac{T}{H_0}; \qquad n_1 = \frac{180}{7} = 26; \quad n_2 = \frac{180}{10} = 18.$$

Определяем прямым счетом себестоимость модернизированного комбайна $C_2 = C_I + \Delta Ц_р$;

$$C_2 - 14040 + (50 - 15) = 14075 \text{ (р.)}.$$

Приводим единовременные затраты по фактору времени (табл.2) - расчетный год 1988.

Таблица 2. Приведение единовременных затрат по фактору времени

Наименование показателя	Годы			
	1985	1986	1987	Всего
Затраты на НИР	5000	500		5500
Затраты на внедрение мероприятий		10000	3000	13000
Коэффициент приведения	1,33	1,21	1,1	
Всего	6650	12705	3300	22655

Приведенные затраты:

$З_I = C_I + E_н K_I$; $З_I = 14040 + 0{,}15 \cdot 13300 = 16035$ (р.);

$З_2 = C_2 + E_н K_2$; $З_2 = 14075 + 0{,}15 \left(13300 + \frac{22655}{5000}\right) = 16071$ (р.)

Эффективный фонд времени работы оборудования

$$T_{эф_1} = T - n_1 t_1 = 180 - 2{,}6 \cdot 0{,}7 = 161{,}8 \text{ (ч.)}.$$

$$K_н = K_б = 1 + \frac{(n_1 - n_2) t_1}{T_{эф_1}} = 1 + \frac{(26-18) \cdot 0{,}7}{161{,}8} = 1{,}03.$$

Изменение эксплуатационных расходов складывается из экономии заработной платы на устранение отказов и роста затрат на топливо при увеличении времени работы:

$$И_1' = 3 \text{ ч.} \cdot n_1 \cdot t - p_{т1} \cdot t \cdot n_1 = 2{,}3 \cdot 26 \cdot 0{,}7 - 0{,}65 \times$$
$$\times 0{,}7 \cdot 26 = 41{,}86 - 11{,}83 = 30{,}03 \text{ (р.)};$$

$$И_2' = 3 \text{ ч.} \cdot n_2 \cdot t - p_{т2} \cdot t \cdot n_2 = 2{,}3 \cdot 18 \cdot 0{,}7 - 0{,}65 \times$$
$$\times 0{,}7 \cdot 18 = 28{,}98 - 8{,}19 = 20{,}79 \text{ (р.)};$$

$$И_1' \cdot K_б - И_2' = 30{,}03 \cdot 1{,}03 - 20{,}79 = 10{,}14 \text{ (р.)}.$$

Дополнительные сопутствующие удельные капитальные вложения не потребуются, следовательно, $K'_2 = K'_1 - K'_2 = K'_1 \cdot K_б$, так как $K_2 = K_1$,

$$K'_1 - K'_1 \cdot K_б = K'_1 \cdot (1 - K_б) = 1655\ (1 - 1{,}03) = -49{,}65\ (р.)$$

$$Э_г = (16035 \cdot 1{,}03 + \frac{10{,}14 - 0{,}15 \cdot (-49{,}65)}{0{,}1054 + 0{,}15} - 16071) \times$$

$\times$ 5000 = 2569 (тыс.р.)

Пример 2

При модернизации комбайна ДОН 1500 в результате корректировки конструкции с целью уменьшения трудоемкости замены деталей время устранения отказа уменьшилось с 0,7 до 0,5 ч.

Таблица 3. Исходные данные

Показатели		Значения показателей		Источники получения исходных данных
Наименование	обозначение	до повышения надежности	после повышения надежности	
1	2	3	4	5
Себестоимость комбайна, р.	С	14040	14075	Данные завода-изготовителя
Объем годового выпуска, шт.	A_2		5000	-"-
Удельные капитальные вложения в основные производственные фонды, р.	K_1	13300		-"-
Длительность сезона уборки, ч	Т	180	180	Норматив
Средняя наработка на отказ	H_0	7	7	Данные завода-изготовителя
Среднее время устранения 1 отказа, ч	t	0,7	0,5	-"-

Продолжение табл.3

I	2	3	4	5
Срок службы, лет	$T_{сл}$	7	7	Паспорт
Затраты на НИР, р.	$З_{НИР}$		5500	Сметная стоимость
Затраты на внедрение	$З_{вн}$		I3000	План мероприятий по внедрению
Часовая заработная плата ремонтников	$З_ч$	2,3	2,3	Норматив
Сопутствующие капитальные вложения эксплуатации, р.	$К'$	1655	1655	Данные эксплуатационных испытаний

Экономическую эффективность от повышения ремонтопригодности рассчитываем по формуле

$$Э_г = \left[З_1 K_н + \frac{(U_1' - U_2') - E_н(K_2' - K_1')}{P_д + E_н} - З_2\right] \cdot N_2 ;$$

$$K_н = K_р$$

При $T_{сл} = 7$ $\quad P = 0,1054$ (См.Прил.2)

Приведение единовременных затрат по фактору времени и расчет приведенных затрат даны в примере I.

Изменение эксплуатационных расходов

$$U_1' K_р - U_2' = З_2 \cdot n_1 t_1 K_р - З_2 n_1 t_2 - p_т n_1 t_1 K_р + p_т n_1 t_2 =$$

$$= З_2 n_1 (t_1 K_р - t_2) - p_т n_1 (-t_2 + t_1 K_р) = (t_1 K_р - t_2) \times$$

$$\times (З_2 n_1 - P_т n_1)$$

$U_1' K_р \quad U_2' = 2,3 \cdot 26 (0,7 \cdot 1,031 - 0,5) - 0,65 \cdot 26 (0,7 \cdot 1,031 - 0,5) =$

$13,26 - 3,75 = 9,51$ (р)

$$(k_2' - k_1' k_p) = k'(1 \quad k_p) - 1655(1 \quad 1{,}031) - \quad 49{,}65(p)$$

$$Э_г = \left[16035 \cdot 1{,}031 + \frac{9{,}51 - 0{,}15(49{,}65)}{0{,}25} - 16071\right] 5000 =$$

$$= 2564400 = 2564{,}4 \text{ (тыс. р.)}$$

Пример 3.

При модернизации комбайна ДОН 1500 в результате корректировки конструкции машин с целью увеличения долговечности комбайна срок службы возрос с 7 до 10 лет.

Таблица 4. Исходные данные

Показатели		Значение показателей		Источники получения исходных данных
наименование	обозначение	до повышения надежности	после повышения надежности	
1	2	3	4	5
Себестоимость комбайна, р.	С	14040	15075	Данные завода-изготовителя
Объем годового выпуска, шт.	A_2		5000	-"-
Удельные капитальные вложения	K_I	13300		-"-
Срок службы, лет	$T_{сл}$	7	10	Паспорт
Затраты на НИР, р	$З_{НИР}$		5500	Сметная стоимость
Затраты на внедрение мероприятий, р.	$З_{вн}$		13000	План мероприятий по внедрению

Экономическая эффективность повышения долговечности

$$Э_г = (З_1 k_н - З_2) \cdot A_2 ; k_н = k_д$$

Эксплуатационные издержки при повышении срока службы комбайна остались неизменными, поэтому затраты в сфере эксплуатации не повлияют на величину годового экономического эффекта.

Приведение единовременных затрат по фактору времени показано в примере 1.

Приведенные затраты

$$З_1 = C_1 + E_н K_1; \; З_1 = 14040 + 0{,}15 \cdot 13300 = 16035 \; (р),$$

$$З_2 = C_2 + E_н K_2, \quad З_2 = 15015 + 0{,}15 \left(13300 + \frac{22655}{5000}\right) =$$

$$= 17070{,}7,$$

$$K_д = \frac{P_1 + E_н}{P_2 + E_н}$$

При $T_{сл} = 10$ $P = 0{,}0627$; при $T_{сл} = 7$ $P = 0{,}1054$ (см.Прил.2).

$$K_д = \frac{0{,}1054 + 0{,}15}{0{,}0627 + 0{,}15} = \frac{0{,}25}{0{,}21} = 1{,}19.$$

$$Э_г = (16035 \cdot 1{,}19 - 17070{,}7) \cdot 5000 = 7649500 =$$
$$= 7649{,}55 \text{ (тыс.р.)}$$

Пример 4

При модернизации комбайна ДОН 1500 в результате увеличения ресурса ремня наработка на отказ повысилась с 7 до 10 часов, в результате внесения корректировки в конструкцию с целью уменьшения трудоемкости замены деталей время устранения отказа уменьшилось с 0,7 до 0,5 ч.

Таблица 5. Исходные данные

Показатели		Значения показателей		Источники получения исходных данных
наименование	обозначение	до повышения надежности	после повышения надежности	
1	2	3	4	5
Себестоимость комбайна, р.	C	14040	14075	Данные завода-изготовителя
Цена ремня, р.	$Ц_р$	15	50	-"-
Объем годового выпуска, шт.	A_2		5000	-"-

Продолжение табл.5

I	2	3	4	5
Уд.капитальные вложения, р.	K_I	I3300		Данные завода-изготовителя
Длительность сезона уборки	T	I80	I80	Норматив
Средняя наработка на отказ, ч	H_o	7	I0	Данные эксплуатационных испытаний
Часовая заработная плата с отчислениями ремонтников, р./ч	$З_ч$	2,3	2,3	Норматив
Срок службы, лет	$T_{сл}$	7	7	Паспорт
Сопутствующие капитальные вложения потребителя, р.	K	I655	I655	Данные эксплуатационных испытаний
Расход топлива за час работы комбайна, р./ч	$P_т$	0,65	0,65	Данные завода-изготовителя
Количество отказов комбайна, шт.	n	26	I8	Данные эксплуатационных испытаний
Среднее время устранения отказа, ч	t	0,7	0,5	-"-

Годовой экономический эффект от повышения безотказности и ремонтопригодности

$$Э_2 = \left(З_1 K_н + \frac{(U_1 K_н - U_2) - E_н(K_2 - K_1 K_н)}{P_2 + E_н} - З_2\right) \cdot A_2$$

$$K_н = K_{бр}.$$

Приведение по фактору времени, расчет приведенных затрат и эффективного фонда времени даны в примере I.

Изменение эксплуатационных расходов:

$$U_1' \cdot K_н = З_ч n_1 t_1 L_н - P n_1 \cdot t_1 L_н = 2{,}3 \cdot 26 \cdot 0{,}7 \times$$
$$\times 1{,}057 - 0{,}65 \cdot 26 \cdot 0{,}7 \cdot 1{,}057 = 31{,}74 \text{ (р.)};$$

$$U_2' = З_ч n_2 t_2 \quad P n_2 t_2 = 2{,}3 \cdot 18 \cdot 0{,}5 - 0{,}65 \times$$
$$\times 18 \cdot 0{,}5 = 14{,}85 \text{ (р.)};$$

$$U_1' \cdot K_н - U_2' = 31{,}74 - 14{,}85 = 16{,}89 \text{ (р.)}.$$

Сопутствующие капитальные вложения у потребителя

$$K_2' - K_1' \cdot K_н = 1655 - 1655 \cdot 1{,}057 = -94{,}34 \text{ (р.)};$$

$$Э_2 = \left(16035 \cdot 1{,}057 + \frac{16{,}89 - 0{,}15 \cdot (-94{,}34)}{0{,}29} - 16071\right) \times$$
$$\times 5000 = 4925160 = 4925{,}16 \text{ (тыс.р.)}.$$

П р и м е р 5.

При модернизации комбайна ДОН 1500 в результате корректировки конструкции с целью повышения долговечности и ремонтопригодности срок службы возрос с 7 до 10 лет, время устранения отказа сократилось с 0,7 до 0,5.

Таблица 6. Исходные данные

Показатели		Значения показателей		Источники получения исходных данных
наименование	обозначение	до повышения надежности	после повышения надежности	
1	2	3	4	5
Себестоимость комбайна	С	14040	15075	Данные завода-изготовителя
Объем годового выпуска, шт.	A_2		5000	-"-
Удельные капитальные вложения, р.	K_1	13300		-"-

Продолжение табл.6

I	2	3	4	5
Длительность сезона уборки, ч	T	I80	I80	Норматив
Среднее время устранения отказа, ч	t	0,7	0,5	Данные завода-изготовителя
Количество отказов комбайна за сезон, шт.	n	26	26	-"-
Срок службы	$T_{сл}$	7	I0	Паспорт
Затраты на НИР, р.	$З_{НИР}$		5500	Сметная стоимость
Затраты на внедрение, р.	$З_{вн}$		I3000	План мероприятий по внедрению
Часовая заработная плата ремонтников, р./ч	$З_ч$	2,3	2,3	Норматив
Сопутствующие капитальные вложения эксплуатации	К	I655	I655	Данные эксплуатационных испытаний
Расход топлива за час работы, р./ч	Р	0,65		

Экономический эффект от повышения ремонтопригодности

$$Э_р = \left[З_1 K_н + \frac{(И_1' K_р - И_2')) - E_н (t_2' - t_1' K_р)}{P_2 + E_н} - З_2\right] o t_2$$

$$K_н = K_д \; k_р = \frac{P_1 + E_н}{P_2 + E_н}\left(1 + \frac{n_1 (t_1 - t_2)}{T_{эф} P_1}\right)$$

При $T_{сл}$ = 7 P_I = 0,I054; при $T_{сл}$ = I0 P_2 = 0,0627 (см. Прил.2).

Приведение единовременных затрат по фактору времени, расчет эффективного фонда времени даны в примере I.

Приведенные затраты:

$З_1 = C_1' + E_н K_1$, $З_1$ = I4040 + 0,I5 · I3300 = I6035 (р.);

$З_2 = C_2 + E_н K_2$, $З_2$ = I5075 + 0,I5 $\left(I3300 + \frac{22655}{5000}\right)$ = I7070,7(р)

$K_н = \frac{0,1054 + 0,15}{0,0627 + 0,15}\left(1 + \frac{26\,(0,7-0,5)}{161,8}\right)$ = I,I9 · I,03I = I,2.

Изменение эксплуатационных расходов:

$U_1 K_р - U_2 = З_{г2} n_1 (t_1 K_р - t_2)$,

$U_1 K_р - U_2$ = 2,3 · 26 (0,7 · I,03I-0,5) = I3,26 (р.);

$(K_2 - K_1 K_р) = K(1-K_р)$ = I655 ·(1-I,03I) = 49,65 (р.);

$K_2 = K_1$

$Э_2 = \left(16035 \cdot 1,2 + \frac{13,26+49,65}{0,25} - 17070,7\right) 5000$ = I2II4700 =

= I2II4,7 (тыс.р.).

Пример 6.

При модернизации комбайна ДОН I500 в результате увеличения ресурса ремня и корректировки конструкции с целью увеличения долговечности наработка на отказ возросла с 7 до I0 ч, а срок службы с 7 до I0 лет.

Таблица 7. Исходные данные

Показатели		Значения показателей		Источники получения исходных данных
наименование	обозначение	до повышения надежности	после повышения надежности	
I	2	3	4	5
Себестоимость комбайна, р.	С	I4040	I5075	Данные завода-изготовителя
Объем годового выпуска, шт.	A_2		5000	-"-
Удельные капитальные вложения, р.	K_I	I3300		-"-

Продолжение табл.7

I	2	3	4	5
Длительность сезона уборки, ч	T	I80	I80	Норматив
Средняя наработка на отказ	H_0	7	I0	Данные завода-изготовителя
Количество отказов комбайна за агросезон, шт.	n	26	I8	Данные испытаний
Затраты на НИР	$З_{НИР}$		5500	Сметная стоимость
Затраты на внедрение	$З_{ВИ}$		I3000	План мероприятий по внедрению
Сопутствующие капитальные вложения потребителя, р.	$К^I$	I655	I655	Данные испытаний
Расход горючего за час работы, р./ч	Р	0,65		Данные завода-изготовителя
Среднее время устранения I отказа, ч	t	0,7	0,7	-"-
Срок службы	$Т_{сл}$	7	I0	-"-

Экономический эффект от повышения безотказности и долговечности

$$Э_2 = (З_1 К_и + \frac{(И_1' К_б - И_2') - E_н (К_2' - К_1' К_б)}{Р_2 + E_н} - З_2) \cdot А_2;$$

$$К_и = К_б К_д = \left(\frac{(n_1 - n_2) t}{Т_{эф}} + 1\right) \frac{Р_1 + E_н}{Р_2 + E_н},$$

$$К_и = \left(\frac{(26 - I8)\ 0,7}{I6I,8} + I\right) \frac{0,25}{0,2I} = I,03 \cdot I,I9 = I,2.$$

Приведение единовременных затрат по фактору времени и расчет эффективного фонда времени работы даны в примере 1, определение приведенных затрат – в примере 3, изменения

эксплуатационных расходов – в примере 1.

$$Э_2 = \left(16035 \cdot 1{,}2 + \frac{10{,}14 + 0{,}15 \cdot 49{,}65}{0{,}25} - 17070{,}7\right) \times$$

$$\times 5000 = 11208250 - 11208{,}25 \text{ (тыс.р.)}.$$

Пример 7.

При модернизации комбайна ДОН 1500 в результате корректировки конструкции повысился срок службы с 7 до 10 лет, наработка на отказ с 7 до 10 ч и время устранения отказа уменьшилось с 0,7 до 0,5.

Таблица 8. Исходные данные

Показатели		Значения показателей		Источники получения исходных данных
наименование	обозначение	до повышения надежности	после повышения надежности	
1	2	3	4	5
Себестоимость комбайна, р.	C	14040	15075	Данные завода-изготовителя
Объем годового выпуска, шт.	A_2		5000	-"-
Удельные капитальные вложения, р.	K_I	13300		-"-
Длительность сезона уборки, ч	T	180	180	Норматив
Средняя наработка на отказ, ч	H_o	7	10	Данные завода-изготовителя
Количество отказов комбайна за агросезон, шт.	n	26	18	Данные испытаний
Среднее время устранения отказа, ч	t	0,7	0,5	-"-
Срок службы	$T_{сл}$	7	10	Паспорт
Затраты на НИР, р.	$З_{НИР}$		5500	Сметная стоимость

Продолжение табл.8

I	2	3	4	5
Затраты на внедрение мероприятий, р.	$З_{вн}$		I3000	План мероприятий по внедрению
Часовая заработная плата с отчислениями ремонтникам	$З_ч$	2,3	2,3	Норматив
Сопутствующие капитальные вложения потребителя, р.	$К^I$	I655	I655	Данные эксплуатационных испытаний
Расход горючего за час работы, р./ч	Р	0,65		

Экономический эффект от повышения долговечности, ремонтопригодности и безотказности

$$Э_1=\left[З_1 К_н + \frac{(И_1 К'_{бр} - И_2) - E_н(K_2 - K_1 K_{бр})}{P_2 + E_н} - З'_2\right] A_2$$

Приведение единовременных затрат по фактору времени, расчет эффективного фонда времени работы – в примере I.

Расчет приведенных затрат – в примере 3.

Изменение эксплуатационных расходов – в примере 4.

$$К_н = К_{бр} К_д = \left(1 + \frac{(И_1 - И_2)\,t}{T_{эф}}\right) \frac{P_1 + E_н}{P_2 + E_н}$$

$$З_2 = (I6035 \cdot I,057 \cdot I,I9 + \frac{I6,89 + 0,I5 \cdot 94,34}{0,25} -$$

$$- I7070,7) \cdot 5000 = I6II3820 = I6II3,82 \text{ (тыс.р.)}.$$

Приложение 2

Таблица коэффициентов приведения
по фактору времени

t	α_t	$\frac{1}{\alpha_t}$	t	α_t	$\frac{1}{\alpha_t}$
I	I,I000	0,909I	II	2,853I	0,3505
2	I,2I00	0,8264	I2	3,I384	0,3I86
3	I,33I0	0,75I3	I3	3,4522	0,2897
4	I,464I	0,6830	I4	3,7975	0,2633
5	I,6I05	0,6209	I5	4,I772	0,2394
6	I,77I6	0,5645	20	6,7274	0,I486
7	I,9487	0,5I32	25	I0,8346	0,0923
8	2,I436	0,4665	30	I7,4492	0,0573
9	2,3579	0,424I	40	45,2587	0,022I
I0	2,5937	0,3855	50	II7,3895	0,0085

Коэффициенты рассчитаны по формуле $P = (1+E)^t$

Приложение 3

Таблица коэффициентов реновации
новой техники

$T_{сл}$, лет	P	$T_{сл}$, лет	P	$T_{сл}$, лет	P	$T_{сл}$, лет	P
I,0	1,0000	6,0	0,I296	II,0	0,0540	20,0	0,0I75
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	0,0408	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

Коэффициенты рассчитаны по формуле $P = \frac{E}{(1+E)^{T_{сл}} - 1}$,
где $T_{сл}$ – срок службы новой техники.

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ДАННЫЕ

ВНЕСЕНЫ ВНИИНМАШ

ИСПОЛНИТЕЛИ: В.Б.Чибирев (руководитель темы), И.Л.Шарикова (ответственный исполнитель), Л.М.Бизюкова, А.В.Петенин, И.О.Шалдина (ВНИИНМАШ); д-р э.н.Ф.Е.Поклонский, к.э.н.В.К.Мышко,(Институт экономики промышленности АН УССР); д-р т.н. Д.М.Беленький (руководитель темы), к.т.н.В.Е.Касьянов, И.А.Орлова (РИСИ); к.т.н.М.Д.Абрамов (руководитель темы), А.А.Геодаков (ВНИИполиграфмаш); к.т.н.Б.И.Юрченко (Институт проблем прочности АН УССР).

УТВЕРЖДЕНЫ Приказом ВНИИНМАШ № 286 от 12.10.88 г.

ВВЕДЕНЫ впервые

Содержание

Стр.

I. Общие положения 3

2. Выбор базы сравнения 5

3. Установление расчетного года 6

4. Определение источников экономии 6

5. Расчетная формула 7

6. Сбор исходных данных II

7. Определение ущерба от низкой надежности продукции I7

Приложения 24

Рекомендации
Р 50-54-96-88

Редактор Волкова А.И.
Мл.редактор Баринова Н.Д.

ВНИИНМАШ Госстандарта СССР

Ротапринт ВНИИНМАШ I23007 Москва, Д-7, ул.Шеногина, 4
Тираж 300 экз. Объем 2 уч.-изд.л. Цена I р.
Заказ № 469-89-I I3.02.89г.

gost.e-ecolog.ru