

7 ЭКОНОМИКА

При расчете экономической эффективности разработки программного обеспечения необходимо сопоставить затраты на решение задачи при полуавтоматизированном методе ее решения с затратами, связанными с ее полной автоматизацией. В том случае, если разрабатываемая задача внедряется взамен уже функционирующей или она представляет собой модификацию существующей задачи, необходимо осуществить сравнение затрат на создание и функционирование старой и новой задачи.

Определение годового экономического эффекта от сокращения ручного труда при обработке информации производится в описанной ниже последовательности.

7.1 Определение единовременных затрат на создание программного продукта

Единовременные капитальные затраты представляют собой цену программного продукта. Различают оптовую и отпускную цену программы. Все расчеты между покупателем и продавцом продукции, к числу которой относят и программные продукты, производятся на основе отпускных цен. В настоящее время, в соответствии с законодательством Республики Беларусь, в отпускную цену наряду с оптовой ценой включается налог на добавленную стоимость.

Определяющим фактором оптовой цены разработки является трудоемкость создания ПП.

7.1.1 Определение трудоемкости разработки программного продукта

Трудоемкость разработки программного продукта (ПП) может быть определена укрупненным методом. При этом необходимо воспользоваться формулой:

$$T_{рз} = T_{оа} + T_{бс} + T_{п} + T_{отл} + T_{др} + T_{до}, \quad (7.1)$$

где $T_{оа}$ – трудоемкость подготовки описания задачи и исследования алгоритма решения;

$T_{бс}$ – трудоемкость разработки блок-схемы алгоритма;

$T_{п}$ – трудоемкость программирования по готовой блок-схеме;

$T_{отл}$ – трудоемкость отладки программы на ЭВМ;

$T_{др}$ – трудоемкость подготовки документации по задаче в рукописи;

$T_{до}$ – трудоемкость редактирования, печати и оформления документации по задаче.

Составляющие приведенной формулы определяются, в свою очередь, через условное число операторов Q в разрабатываемом ПП по формуле:

$$Q = q \cdot C \cdot (1 + p), \quad (7.2)$$

где q – число операторов в программе ($q = 10000$);

C – коэффициент сложности программы ($C = 1,5$);

p – коэффициент коррекции программы в ходе ее разработки ($p = 0,15$).

Коэффициент сложности программ C характеризует относительную сложность программ задачи по отношению к так называемой типовой задаче, сложность которой принята за единицу. Значение коэффициента определяется на базе экспертных оценок.

Коэффициент коррекции программ p характеризует увеличение объема работ за счет внесения изменений в алгоритм и программу, изменения состава и структуры информации, а также уточнений, вносимых разработчиком программы для улучшения ее качества без изменения постановки задачи.

$$Q = 10000 \cdot 1,5 \cdot (1 + 0,15) = 17250(\text{операторов}).$$

Тогда составляющие трудоемкости разработки программы определяются по формулам:

$$T_{oa} = \frac{Q \cdot W \cdot K}{75 \dots 85}, \quad (7.3)$$

$$T_{6с} = \frac{Q \cdot K}{20 \dots 25}, \quad (7.4)$$

$$T_{п} = \frac{Q \cdot K}{20 \dots 25}, \quad (7.5)$$

$$T_{отл} = \frac{Q \cdot K}{4 \dots 5}, \quad (7.6)$$

$$T_{др} = \frac{Q \cdot K}{15 \dots 20}, \quad (7.7)$$

$$T_{до} = 0,75 \cdot T_{др}, \quad (7.8)$$

где W – коэффициент увеличения затрат труда вследствие недостаточного или некачественного описания задачи ($W = 1,5$);

K – коэффициент квалификации разработчика алгоритмов и программ ($K = 0,8$).

$$T_{oa} = \frac{17250 \cdot 1,5 \cdot 0,8}{75} = 276(\text{чел} - \text{ч}).$$

$$T_{бс} = \frac{17250 \cdot 0,8}{20} = 690(\text{чел} - \text{ч}).$$

$$T_{п} = \frac{17250 \cdot 0,8}{20} = 690(\text{чел} - \text{ч}).$$

$$T_{отл} = \frac{17250 \cdot 0,8}{4} = 3450(\text{чел} - \text{ч}).$$

$$T_{др} = \frac{17250 \cdot 0,8}{15} = 920(\text{чел} - \text{ч}).$$

$$T_{до} = 0,75 \cdot T_{др} = 690(\text{чел} - \text{ч}).$$

$$T_{pz} = 276 + 690 + 690 + 3450 + 920 + 690 = 6716(\text{чел} - \text{ч}).$$

7.1.2 Определение себестоимости создания программного продукта

Для определения себестоимости создания программного продукта необходимо определить затраты на заработную плату разработчика по формуле:

$$З_{pz} = T_{pz} \cdot t_{чр} \cdot (1 + q) \cdot (1 + a) \cdot (1 + b), \quad (7.9)$$

где T_{pz} – трудоемкость разработки программного продукта, чел-ч;

$t_{чр}$ – среднечасовая ставка работника, осуществлявшего разработку программного продукта, руб;

q – коэффициент, учитывающий процент премий и доплат к тарифному фонду в организации-разработчике ($q = 0,30$);

a – коэффициент, учитывающий дополнительную заработную плату ($a = 0,15$);

b – коэффициент, учитывающий начисления на заработную плату, включая отчисления в фонд социальной защиты населения, на содержание учреждений здравоохранения, пенсионный фонд и другие фонды ($b = 0,346$).

Среднечасовая ставка работника определяется исходя из Единой тарифной системы оплаты труда в Республике Беларусь по следующей формуле:

$$t_{\text{чр}} = \frac{ЗП_{1p} \cdot k_t}{170}, \quad (7.10)$$

где $ЗП_{1p}$ – среднемесячная заработная плата работника 1 разряда, руб. ($ЗП_{1p} = 292000$);

k_t – тарифный коэффициент работника соответствующего разряда (специалист 1 категории, 10 разряд, $k_t = 3,34$).

$$t_{\text{чр}} = \frac{292000 \cdot 3,34}{170} = 5737 \text{ (руб/час)}.$$

$$З_{pz} = 6716 \cdot 5737 \cdot (1 + 0,30) \cdot (1 + 0,15) \cdot (1 + 0,346) = 77531348 \text{ (руб)}.$$

В себестоимость разработки ПП включаются также затраты на отладку ПП в процессе его создания. Для определения их величины необходимо рассчитать стоимость машино-часа работы ЭВМ, на которой осуществлялась отладка. Данная величина соответствует величине арендной платы за один час работы ЭВМ.

Затраты на отладку программы определяются по формуле:

$$З_{\text{от}} = T_{\text{отл}} \cdot S_{\text{мч}}, \quad (7.11)$$

где $T_{\text{отл}}$ – трудоемкость отладки программы, час;

$S_{\text{мч}}$ – стоимость машино-часа работы ЭВМ, руб/час.

Стоимость машино-часа работы ЭВМ определяется по формуле:

$$S_{\text{мч}} = C_{\text{э}} + \frac{(A_{\text{эвм}} + P_{\text{эвм}} + A_{\text{пл}} + P_{\text{пл}} + P_{\text{ар}})}{\Phi_{\text{эвм}}}, \quad (7.12)$$

где $C_{\text{э}}$ – расходы на электроэнергию за час работы ЭВМ, руб.;

$A_{\text{эвм}}$ – годовая величина амортизационных отчислений на реновацию ЭВМ;

$P_{\text{эвм}}$ – годовые затраты на ремонт и техническое обслуживание ЭВМ, руб;

$A_{\text{пл}}$ – годовая величина амортизационных отчислений на реновацию производственных площадей, занимаемых ЭВМ, руб;

$P_{\text{пл}}$ – годовые затраты на ремонт и содержание производственных площадей, руб;

$P_{\text{ар}}$ – годовая величина арендных платежей за помещение, занимаемое ЭВМ, руб;

$\Phi_{\text{ЭВМ}}$ – годовой фонд времени работы ЭВМ, час.

Расходы на электроэнергию за час работы ЭВМ определяются по формуле:

$$C_{\text{э}} = \text{Ч}_{\text{эл}} \cdot \text{Ц}_{\text{э}}, \quad (7.13)$$

где $\text{Ч}_{\text{эл}}$ – среднечасовое потребление электроэнергии ЭВМ, кВт;

$\text{Ц}_{\text{э}}$ – стоимость 1 кВт-часа электроэнергии, руб ($\text{Ц}_{\text{э}} = 1500$ руб).

$$C_{\text{э}} = 0,4 \cdot 1500 = 600(\text{руб}).$$

Годовая величина амортизационных отчислений на реновацию ЭВМ определяется по формуле:

$$A_{\text{ЭВМ}} = \text{Ц}_{\text{ЭВМ}} \cdot \text{К}_y \cdot \text{К}_m \cdot \frac{\text{Н}_{\text{ЭВМ}}^a}{100} = \text{Ц}_{\text{ЭВМ}}^b \cdot \frac{\text{Н}_{\text{ЭВМ}}^a}{100}, \quad (7.14)$$

где $\text{Ц}_{\text{ЭВМ}}$ – цена ЭВМ на момент ее выпуска, руб ($\text{Ц}_{\text{ЭВМ}} = 14350000$ руб);

К_y – коэффициент удорожания ЭВМ ($\text{К}_y = 1$);

К_m – коэффициент, учитывающий затраты на монтаж и транспортировку ЭВМ ($\text{К}_m = 1,05$);

$\text{Н}_{\text{ЭВМ}}^a$ – норма амортизационных отчислений на ЭВМ, % ($\text{Н}_{\text{ЭВМ}}^a = 10$);

$\text{Ц}_{\text{ЭВМ}}^b$ – балансовая стоимость ЭВМ, руб.

$$\text{Ц}_{\text{ЭВМ}}^b = 14350000 \cdot 1 \cdot 1,05 = 15067500(\text{руб}).$$

$$A_{\text{ЭВМ}} = 15067500 \cdot \frac{10}{100} = 1506750(\text{руб}).$$

Годовые затраты на ремонт и техническое обслуживание ЭВМ укрупненно могут быть определены по формуле:

$$P_{\text{ЭВМ}} = \text{Ц}_{\text{ЭВМ}}^b \cdot \text{К}_{\text{ро}}, \quad (7.15)$$

где $\text{К}_{\text{ро}}$ – коэффициент, учитывающий затраты на ремонт и техническое обслуживание ЭВМ, в том числе затраты на запчасти, зарплату ремонтного персонала и др. ($\text{К}_{\text{ро}} = 0,13$).

$$P_{\text{ЭВМ}} = 15067500 \cdot 0,13 = 1958775(\text{руб}).$$

Годовая величина амортизационных отчислений на реновацию производственных площадей, занятых ЭВМ определяется по формуле:

$$A_{\text{пл}} = S_{\text{ЭВМ}} \cdot \kappa_{\text{д}} \cdot \text{Ц}_{\text{пл}} \cdot \frac{H_{\text{пл}}^{\text{а}}}{100} = \text{Ц}_{\text{пл}}^{\text{б}} \cdot \frac{H_{\text{пл}}^{\text{а}}}{100}, \quad (7.16)$$

где $\text{Ц}_{\text{пл}}^{\text{б}}$ – балансовая стоимость площадей, руб;

$H_{\text{пл}}^{\text{а}}$ – норма амортизационных отчислений на производственные площади, % ($H_{\text{пл}}^{\text{а}} = 1,2\%$);

$S_{\text{ЭВМ}}$ – площадь, занимаемая ЭВМ, кв.м. ($S_{\text{ЭВМ}} = 1$ кв.м.);

$\kappa_{\text{д}}$ – коэффициент, учитывающий дополнительную площадь ($\kappa_{\text{д}} = 3$);

$\text{Ц}_{\text{пл}}$ – цена 1 квадратного метра производственной площади, руб ($\text{Ц}_{\text{пл}} = 3000000$).

$$A_{\text{пл}} = 1 \cdot 3 \cdot 3000000 \cdot \frac{1,2}{100} = 10800 \text{ (руб)}.$$

Годовые затраты на ремонт и содержание производственных площадей укрупнено могут быть определены по формуле:

$$P_{\text{пл}} = \text{Ц}_{\text{пл}}^{\text{б}} \cdot \kappa_{\text{рз}}, \quad (7.17)$$

где $\kappa_{\text{рз}}$ – коэффициент, учитывающий затраты на ремонт и эксплуатацию производственных площадей ($\kappa_{\text{рз}} = 0,05$).

$$P_{\text{пл}} = 9000000 \cdot 0,05 = 450000 \text{ (руб)}.$$

Годовая величина арендных платежей за помещение, занимаемое ЭВМ, рассчитывается по формуле:

$$P_{\text{ар}} = S_{\text{ЭВМ}} \cdot \kappa_{\text{д}} \cdot \kappa_{\text{ар}} \cdot \kappa_{\text{комф}} \cdot \kappa_{\text{пов}} \cdot 12, \quad (7.18)$$

где $S_{\text{ЭВМ}}$ – площадь, занимаемая ЭВМ, кв.м;

$\kappa_{\text{д}}$ – коэффициент, учитывающий дополнительную площадь ($\kappa_{\text{д}} = 3$);

$\kappa_{\text{ар}}$ – ставка арендных платежей за помещение ($\kappa_{\text{ар}} = 102000$);

$\kappa_{\text{комф}}$ – коэффициент комфортности помещения ($\kappa_{\text{комф}} = 0,75$);

$\kappa_{\text{пов}}$ – повышающий коэффициент, учитывающий географическое размещение площади ($\kappa_{\text{пов}} = 0,90$).

$$P_{ap} = 1 \cdot 3 \cdot 102000 \cdot 0,75 \cdot 0,90 \cdot 12 = 2478600(\text{руб}).$$

Годовой фонд времени работы ЭВМ определяется исходя из режима ее работы и может быть рассчитан по формуле:

$$\Phi_{\text{ЭВМ}} = t_{cc} \cdot T_{cr}, \quad (7.19)$$

где t_{cc} – среднесуточная фактическая загрузка ЭВМ, час ($t_{cc} = 8$);

T_{cr} – среднее количество дней работы ЭВМ в год ($T_{cr} = 250$).

$$\Phi_{\text{ЭВМ}} = 8 \cdot 250 = 2000 \text{ (час)}.$$

$$S_{\text{мч}} = \frac{(1506750 + 1958775 + 108000 + 450000 + 2478600)}{2000} = 3853 \text{ (руб)}.$$

$$З_{от} = 3450 \cdot 3853 = 13286166 \text{ (руб)}.$$

Себестоимость разработки ПП определяется по формуле:

$$C_{\text{пр}} = З_{pz} \cdot F + З_{от}, \quad (7.20)$$

где F – коэффициент накладных расходов проектной организации без учета эксплуатации ЭВМ ($F = 1,2$).

$$C_{\text{пр}} = 77531348 \cdot 1,2 + 13286166 = 106323784 \text{ (руб)}.$$

7.1.3. Определение оптовой и отпускной цены ПП

Минимальная (оптовая) цена складывается из себестоимости создания программного продукта и плановой прибыли на программу.

Оптовая цена ПП определяется по формуле:

$$Ц_o = C_{\text{пр}} + П_p, \quad (7.21)$$

где $П_p$ - плановая прибыль на программу, руб.

Плановая прибыль на программу определяется по формуле:

$$П_p = C_{\text{пр}} \cdot Н_p, \quad (7.22)$$

где $C_{\text{пр}}$ - себестоимость программы;

$H_{\text{п}}$ – норма прибыли проектной организации ($H_{\text{п}} = 0,25$).

$$P_p = 106323784 \cdot 0,25 = 26580946 \text{ (руб)}.$$

$$C_o = 106323784 + 26580946 = 132904730 \text{ (руб)}.$$

Отпускная цена программы определяется по формуле:

$$C_{\text{пр}} = C_o + (Z_{\text{рз}} + P_p) \cdot \text{НДС}, \quad (7.23)$$

где НДС = 0,2.

$$C_{\text{пр}} = 132904730 + (77531348 + 26580946) \cdot 0,2 = 153727188 \text{ (руб)}.$$

7.2 Определение ожидаемого прироста прибыли в результате внедрения ПП

Внедрение ПП должно обеспечить прирост прибыли за счет сокращения трудоемкости решения задачи, являющейся предметом автоматизации и, как результат, снижения текущих затрат, связанных с решением данной задачи.

Так как внедряемый ПП заменяет ручной труд, то производится сопоставление текущих затрат, связанных с решением задачи в ручном режиме и автоматизированном.

7.2.1 Определение годовых эксплуатационных расходов при ручном решении

Годовые эксплуатационные расходы при ручной обработке информации (ручном решении задачи) определяются по формуле:

$$Z_p = T_p \cdot k \cdot t_{\text{чр}} \cdot (1 + q) \cdot (1 + a) \cdot (1 + b), \quad (7.24)$$

где T_p – трудоемкость разового решения задачи вручную, чел-ч. ($T_p = 5$);

k – периодичность решения задачи в течение года, раз/год ($k = 10000$);

$t_{\text{чр}}$ – среднечасовая ставка работника, осуществляющего ручной расчет задачи, руб ($t_{\text{чр}} = 6836$ руб);

q - коэффициент, учитывающий процент премий ($q = 0,3$);

a – коэффициент, учитывающий дополнительную заработную плату ($a = 0,15$);
 b – коэффициент, учитывающий отчисления от фонда заработной платы ($b = 0,346$).

$$З_p = 5 \cdot 2000 \cdot 6836 \cdot (1 + 0,3) \cdot (1 + 0,15) \cdot (1 + 0,346) = 687817560(\text{руб}).$$

7.2.2. Определение годовых текущих затрат, связанных с эксплуатацией задачи

Для расчета годовых затрат, связанных с эксплуатацией ПП, необходимо определить время решения данной задачи на ЭВМ.

Время решения задачи на ЭВМ определяется по формуле:

$$T_3 = (T_{\text{вв}} + T_p + T_{\text{выв}}) \cdot \frac{(1 + d_{\text{пз}})}{60}, \quad (7.25)$$

где $T_{\text{вв}}$ – время ввода в ЭВМ исходных данных, необходимых для решения задачи, мин ($T_{\text{вв}} = 150$);

T_p – время вычислений, мин ($T_p = 0,5$);

$T_{\text{выв}}$ – время вывода результатов решения задачи (включая время распечатки на принтере), мин ($T_{\text{выв}} = 0,5$);

$d_{\text{пз}}$ – коэффициент, учитывающий подготовительно-заключительное время ($d_{\text{пз}} = 0,1$).

$$T_3 = (150 + 0,5 + 0,5) \cdot \frac{(1 + 0,1)}{60} = 2,77 \text{ (ч)}.$$

Затраты на заработную плату пользователя ПП определяются по формуле:

$$З_{\text{п}} = T_3 \cdot k \cdot t_{\text{чп}} \cdot (1 + q) \cdot (1 + a) \cdot (1 + b), \quad (7.26)$$

где T_3 – время решения задачи на ЭВМ, час;

$t_{\text{чп}}$ – среднечасовая ставка пользователя программы, руб. ($t_{\text{чп}} = 6836$);

k – периодичность решения задачи в течение года, раз/год ($k = 10000$);

q – коэффициент, учитывающий процент премий ($q = 0,3$);

a – коэффициент, учитывающий дополнительную заработную плату ($a = 0,15$);

b – коэффициент, учитывающий начисления на заработную плату ($b = 0,346$).

$$Z_{\pi} = 2,77 \cdot 10000 \cdot 6836 \cdot (1 + 0,3) \cdot (1 + 0,15) \cdot (1 + 0,346) = \\ = 380821656 \text{ (руб).}$$

Годовые текущие затраты, связанные с эксплуатацией задачи, определяются по формуле:

$$Z_{\tau} = Z_{\pi} + Z_a, \quad (7.27)$$

где Z_a – затраты на оплату аренды ЭВМ при решении задачи ($Z_a = 106610247$ руб).

$$Z_{\tau} = 380821656 + 106610247 = 487431903 \text{ (руб).}$$

7.2.3 Определение ожидаемого прироста прибыли в результате внедрения ПП

$$P_y = (Z_p - Z_{\tau}) \cdot (1 - C_{\text{нп}}), \quad (7.28)$$

где $C_{\text{нп}}$ – ставка налога на прибыль, % ($C_{\text{нп}} = 24 \%$).

$$P_y = (687817560 - 487431903) \cdot (1 - 0,24) = 164316239 \text{ (руб).}$$

7.3 Расчет показателей эффективности использования программного продукта

Для определения годового экономического эффекта от разработанной программы необходимо определить суммарные капитальные затраты на разработку и внедрения программы по формуле:

$$K_o = K_z + Ц_{\text{пр}}, \quad (7.29)$$

где K_z – капитальные и приравненные к ним затраты;

$Ц_{\text{пр}}$ – отпускная цена программы.

Капитальные и приравненные к ним затраты в случае, если необходимо приобретение новой ЭВМ для решения комплекса задач, в который входит рассматриваемая, по формуле:

$$K_3 = \frac{\Pi_{\text{ЭВМ}}^6 \cdot T_3 \cdot k}{\Phi_{\text{ЭВМ}}}. \quad (7.30)$$

$$K_3 = \frac{15067500 \cdot 2,77 \cdot 10000}{2000} = 208559313 \text{ (руб.)}$$

$$K_0 = 208559313 + 153727188 = 362286501 \text{ (руб.)}$$

$$T_b = \frac{K_0}{\Pi_y}. \quad (7.31)$$

$$T_b = \frac{362286501}{164316239} = 2,2 \text{ (года)}.$$

7.4 Заключение об экономической эффективности

В таблице 7.1. представлены технико-экономические показатели проекта.

Таблица 7.1 – Техничко-экономические показатели проекта

Наименование показателя	Вариант	
	базовый	проектный
Трудоемкость решения задачи, час	5	2,77
Периодичность решения задачи, раз в год	10000	10000
Годовые текущие затраты, связанные с решением задачи, руб.	687 817 559	487 431 902
Отпускная цена программы, руб.		153 727 188
Степень новизны программы		Б
Группа сложности алгоритма		2
Прирост условной прибыли, руб./ год		164 316 239
Годовой экономический эффект, руб.		19 401 638
Срок возврата инвестиций, лет		2,2

Разработка программного продукта снижает трудоёмкость с 5 до 2,77, уменьшает годовые текущие затраты с 687 817 559 руб. до 487 431 902 руб. Прирост условной прибыли при этом составляет 164 316 239 руб, годовой экономический эффект 19 401 638 руб, а срок возврата инвестиций 2,2 года. Таким образом, разработка программного продукта является экономически эффективной, а её стоимость составляет 153 727 188 руб.