

## **Практическое занятие №2. Расчет технико-экономического обоснования автоматизированных информационных систем и программных продуктов**

Технико-экономическое обоснование проекта автоматизированной информационной системы проводится с целью:

- доказать целесообразность инвестиционного проекта по внедрению автоматизированной системы;
- рассчитать и проанализировать составляющие денежного потока для рассматриваемого срока службы системы;
- сопоставить затраты на создание и функционирование автоматизированной системы с результатами, получаемыми от ее внедрения, оценить прибыль, определить условия и сроки окупаемости затрат.

В процессе проектирования системы обработки информации проектировщик может ориентироваться на несколько вариантов аппаратной платформы и разработать несколько вариантов технологических процессов, среди которых ему необходимо выбрать наилучший. К основным требованиям, предъявляемым к выбираемому технологическому процессу, относятся:

- обеспечение пользователя своевременной информацией;
- обеспечение высокой степени достоверности полученной информации;
- обеспечение минимальности трудовых и стоимостных затрат, связанных с обработкой данных.

### **2.1. Определение трудоемкости работ по созданию программного продукта**

Трудоемкость разработки программного обеспечения в чел.-ч определяется по формуле:

$$T = T_o + T_{и} + T_a + T_{п} + T_{отл} + T_d \quad (2.1)$$

где  $T$  – общие затраты труда, чел.ч;

$T_o$  – затраты труда на описание задачи;

$T_{и}$  – затраты на исследование предметной области;

$T_a$  – затраты на разработку блок-схемы;

$T_{п}$  – затраты на программирование;

$T_{отл}$  – затраты на отладку программы;

$T_d$  – затраты на подготовку документации.

Все составляющие определяются через условное число операторов -  $Q$ .

$$Q = q * c * (1 + p) \quad (2.2)$$

где  $q$  – число операторов;

$c$  – коэффициент сложности задачи, 1,25...2;

$p$  – коэффициент коррекции программы, учитывающий новизну проекта (для совершенно новой программы  $p=0,1$ ).

**Затраты труда на описание задачи  $T_o$**  – точно определить невозможно. Принимают  $T_o = 30...40$  чел.ч.

**Затраты труда на исследование предметной области  $T_n$**  с учетом уточнения описания и квалификации программиста определяется по формуле:

$$T_n = Q * B / (S_n * K) \quad (2.3)$$

где  $Q$  – условное число операторов;

$B$  – коэффициент увеличения затрат труда, вследствие недостаточного описания задачи (1,2...1,5);

$S_n$  – количество операторов, приходящееся на 1 чел.ч. (75...85);

$K$  – коэффициент квалификации работника (определяется в зависимости от стажа работы и составляет: для работающих до 2-х лет – 0,8; от 2-х до 3-х – 1,0; от 3-х до 5 – 1,1...1,2; от 5 до 7 – 1,3...1,4; свыше семи – 1,5...1,6).

**Затраты труда на разработку алгоритма решения задачи  $T_a$**  рассчитывается по формуле:

$$T_a = Q / (S_a * k) \quad (2.4)$$

где  $S_a$  – количество операторов, занятых разработкой блок-схемы, приходящееся на 1 чел.ч

В данном случае  $S_a = 20...25$ .

**Затраты труда на составление программы на ЭВМ по готовой блок-схеме:**

$$T_n = Q / (S_n * k) \quad (S_n = 20...25). \quad (2.5)$$

где  $S_n$  – количество операторов, занятых программированием, приходящееся на 1 чел.ч.

**Затраты труда на отладку программы на ЭВМ:**

$$T_{отл} = Q / (S_{отл} * k) \quad (S_{отл} = 4...5). \quad (2.6)$$

где  $S_{отл}$  – количество операторов, занятых отладкой программы, приходящееся на 1 чел.ч.

**Затраты труда на подготовку документации по задаче:**

$$T_d = T_{др} + T_{до} \quad (2.7)$$

где  $T_{др}$  – затраты труда на подготовку материалов в рукописи.

$$T_{др} = Q / (S_{др} * k) \quad (S_{др} = 15...20) \quad (2.8)$$

где  $S_{др}$  – количество операторов, занятых подготовкой материалов в рукописи, приходящееся на 1 чел.ч.

$T_{до}$  – затраты труда на редактирование, печать и оформление документов.

$$T_{до} = 0,75 * T_{др} \quad (2.9)$$

Полученное значение общей трудоемкости  $T$  необходимо скорректировать с учетом уровня языка программирования.

$$T_{кор} = T * k_{кор} \quad (2.10)$$

где  $k_{кор}$  – коэффициент, учитывающий уровень языка программирования 0,8...1,0.

## **2.2. Расчет себестоимости автоматизированной информационной системы**

Себестоимость создания автоматизированной информационной системы определяется по следующим статьям калькуляции:

- основная заработная плата производственного персонала;
- дополнительная заработная плата производственного персонала;
- отчисления на социальные нужды (страховые взносы);
- затраты на электроэнергию;
- затраты на амортизацию и ремонт вычислительной техники.
- расходы на материалы и запасные части.

**Основная заработная плата обслуживающего персонала определяется по формуле:**

$$Z_o = S_{\text{ч}} * T_{\text{кор}} \quad (2.11)$$

где  $Z_o$  - основная заработная плата

$S_{\text{ч}}$  - часовая тарифная ставка программиста:  $S_{\text{ч}} = S_{\text{мес}}/165,5$ ;

$S_{\text{мес}}$  - месячный оклад.

165,5- среднемесячное рабочее время (в час) в 2012 г. при 40-час. рабочей неделе.

**Дополнительная заработная плата:**

$$Z_d = Z_o * k \quad (2.12)$$

где  $k$  - коэффициент, дополнительной заработной платы (1,1 – 1,2).

**Отчисления на социальные нужды (страховые взносы):**

$$R_{\text{вн}} = (Z_o + Z_d)/100 * r \quad (2.13)$$

где  $R_{\text{вн}}$  - отчисления на социальные нужды (страховые взносы)

$r$  - тарифы страховых взносов (32,2%). Размеры тарифов страховых взносов устанавливаются Федеральными законами. На момент проектирования необходимо руководствоваться действующим законодательством.

**Затраты на потребляемую электроэнергию:**

$$Z_3 = P * \Phi_{\text{в}} * \text{Ц}_3 \quad (2.14)$$

где  $P$  - мощность ЭВМ, кВт;

$\Phi_{\text{в}}$  - время работы вычислительного комплекса, ч;

$\text{Ц}_3$  - стоимость 1 кВт.ч электроэнергии (действующий на данный момент тариф), руб.

**Расходы на материалы и запасные части:**

$$Z_m = \sum_{i=1}^n m_i \text{Ц}_i \quad (2.15)$$

где  $Z_m$  - расходы на материалы и запасные части;

$i \dots n$  - перечень видов материалов;

$m_i$  - количество  $i$ -го вида материалов;

$\text{Ц}_i$  - цена 1 единицы  $i$ -го вида материалов.

**Затраты на техническое обслуживание (ТО) и текущий ремонт (ТР):**

$$Z_p = \text{Ц}_\text{в} * a_p / 100 * \Phi_{\text{в}} / \Phi_{\text{вг}} \quad (2.16)$$

где  $Z_p$  - затраты на техническое обслуживание (ТО) и текущий ремонт (ТР);

$\text{Ц}_\text{в}$  - балансовая стоимость вычислительной техники (ВТ);

$\Phi_{\text{ВТ..год}}$  - годовой фонд времени работы ВТ (в 2012 г.- 1986 ч);

$a_p = 4\%$  - норма отчислений на ремонт ВТ.

При этом **фонд рабочего времени при создании программного продукта** можно определить по формуле:

$$\Phi_{\text{в}} = 1,15 * (T_{\text{п}} + T_{\text{до}} + T_{\text{отл}}) * K_{\text{кор}} \quad (2.17)$$

где  $\Phi_{\text{в}}$  - фонд рабочего времени при создании программного продукта;  
1,15 – коэффициент, учитывающий затраты времени на профилактические работы.

Оптовая цена программного продукта с учетом 30% прибыли:

$$C_{\text{опт}} = C * 1,3 \quad (2.18)$$

Договорная цена определяется с учетом НДС.

$$C_{\text{дог}} = C_{\text{опт}} * (1 + \text{НДС}/100) \quad (2.19)$$

где НДС – налог на добавленную стоимость (18%). (Гл.21 Налогового кодекса РФ). Размеры ставки налога на добавленную стоимость устанавливается законодательством. На момент проектирования необходимо руководствоваться действующим законодательством.

### **2.3. Оценка экономической эффективности внедрения программного продукта.**

Показатель эффективности определяет прибыль (П), полученную при использовании программного продукта. Прибыль от использования продукта за год определяется по формуле:

$$П = P_{\text{г}} - Z_{\text{г}} \quad (2.20)$$

где  $P_{\text{г}}$  – стоимостная оценка результатов применения программного продукта в течение года.;

$Z_{\text{г}}$  – стоимостная оценка затрат при использовании программного продукта.

$$P_{\text{г}} = (Z_{\text{руч}} - Z_{\text{авт}}) + Э_{\text{г.доп}} \quad (2.21)$$

где  $Z_{\text{руч}}$  – затраты на ручную обработку информации, руб./год;

$Z_{\text{авт}}$  – затраты на автоматизированную обработку информации, руб./год;

$Э_{\text{г.доп}}$  – дополнительный экономический эффект, связанный с уменьшением числа используемых бланков, высвобождением рабочего времени и т.д.

$$Z_{\text{руч}} = V_{\text{р}} * Ц_{\text{ч}} * K_{\text{д}} \quad (2.22)$$

где  $V_{\text{р}}$  – время, затрачиваемое на обработку информации вручную, ч/год;

$Ц_{\text{ч}}$  – цена 1 ч работы, руб./год;

$K_{\text{д}} = 1...2$  – коэффициент, учитывающий дополнительные затраты времени на логические операции.

$$Z_{\text{авт}} = V_{\text{р}} * Ц_{\text{ч}} * K_{\text{д}} \quad (2.23)$$

где  $V_{\text{р}}$  – затраты времени на автоматизированную обработку информации, руб./год.

Кроме этого, годовые затраты при использовании программного продукта (ПП) включают в себя затраты на техническое обслуживание (ТО) и текущий ремонт (ТР) ( $Z_{\text{то}}$  и  $Z_{\text{тр}}$ ) и затраты на электроэнергию ( $Z_{\text{э}}$ ).

$$Z_{\text{г}} = Z_{\text{то}} + Z_{\text{тр}} + Z_{\text{э}} \quad (2.24)$$

$$Z_p = Z_{го} + Z_{тр} = C_v * 0,04 * \Phi_{пп} / \Phi_{вг} \quad (2.25)$$

$$Z_3 = C_3 * P * \Phi_{пп} \quad (2.26)$$

где  $\Phi_{пп}$  – время работы программы в году, час.

## 2.4. Определение капитальных вложений

Капитальные вложения, осуществляемые потребителем программного продукта, складываются из стоимости программного продукта (ПП) и вычислительной техники (ВТ) (если ВТ имеется в наличии или приобретаемый компьютер активно используется и в др. целях стоимость ВТ не учитывается).

$$K = C_{дог} + C_v \quad (2.27)$$

где  $K$  – капитальные вложения;

$C_{дог}$  – цена договорная;

$C_v$  – балансовая стоимость вычислительной техники (ВТ).

Капитальные вложения могут быть равны себестоимости, если работа по созданию программного продукта ведется собственными работниками. Далее необходимо рассчитать **основные экономические показатели**: ЧДД, ВНД, срок окупаемости  $T_{ок}$ .

Чистый дисконтированный доход (ЧДД) характеризует превышение суммарных денежных поступлений над суммарными затратами для данного проекта с учетом неравномерности эффектов (затрат, результатов), относящихся к различным моментам времени.

Основой для исчисления чистого дисконтированного дохода является «План денежных потоков», который строится путем анализа денежных потоков и оттоков.

В проекте величину ЧДД рекомендуется определять по следующей формуле:

$$ЧДД = \sum_{m=1}^n P_m \frac{1}{(1-E)^m} - K \quad (2.28)$$

где:  $P_m$  – прибыль, получаемая на  $m$  том шаге;

$E$  – норма дисконта;

$K$  – капитальные вложения.

**Под внутренней нормой доходности (ВНД)** понимают значение ставки дисконтирования  $E=E_{вн}$ , при которой ЧДД проекта равен нулю.

Сроком окупаемости называется время, за которое поступления от производственной деятельности предприятия покрывают затраты на инвестиции.

$$T_{ок} = C/P, \quad (2.29)$$

где:  $C$  – цена проекта;

$P$  – прибыль.

## **Пример 2. Расчет технико-экономического обоснования автоматизированных информационных систем и программных продуктов**

С целью облегчения работы инженера-электронщика расчетно-кассовых центров (РКЦ) в сфере администрирования локальной вычислительной сети и систем передачи банковской информации, а также отчетности о составе технических средств привело к необходимости создания специальной банковской программы “Учет технических и программных средств РКЦ”. Эта программа позволит инженерам больше уделять внимания своим непосредственным обязанностям.

Данная программа выполняет следующие основные функции:

- ведение базы данных (БД) о составе технических средств, включая их конфигурацию и комплектацию;
- ведение БД об используемых программных средствах на серверах и рабочих станциях РКЦ;
- формирование заявки на ремонт технических средств согласно утвержденной форме;
- формирование заявки на доступ пользователя к ресурсам локальной вычислительной сети РКЦ;
- формирование заявки на подключение рабочей станции к локальной вычислительной сети РКЦ;
- формирование справки о составе технических средств, находящихся в эксплуатации;
- формирование справки о составе технических средств, выведенных из эксплуатации;
- формирование справки о рабочих станциях, подключенных к локальной вычислительной сети РКЦ;
- формирование справки о составе программных средств, устанавливаемых на каждом АРМе;
- формирование ежеквартальной справки о средствах вычислительной техники, находящейся в эксплуатации, в резерве и в ремонте.

Язык программирования – Object Pascal.

На вышеперечисленные обязанности без автоматизации инженер тратил в среднем 8,7% своего рабочего времени, т.е. 14,4 ч. в месяц. После внедрения ПП ожидается, что затраты времени на эти обязанности составят 2,6% рабочего времени, т.е. 4,30 ч. в месяц.

Ориентировочный срок службы программы до морального старения - 3 года, что и будет рассматриваться как расчетный период n.

Программа разрабатывается работниками РКЦ с различным квалификационным уровнем. Число операторов программы q = 2000.

**Условное число операторов (2.2):**

$$Q=2000*1.4*(1+0,1)=3080$$

где: 1,4 - коэффициент сложности задачи;

0,1 - коэффициент коррекции программы, учитывающий новизну проекта (для совершенно новой программы  $p=0,1$ ).

**Затраты труда на подготовку описания задачи:**  $T_0$  – точно определить невозможно. Принимают  $T_0 = 30 \dots 40$  чел.ч., поэтому принимаем:  $T_0 = 40$  чел.ч. (инженер-технолог, месячный оклад – 8000 руб./мес).

**Затраты труда на исследование предметной области (2.3):**

$T_{\Pi} = 3080 * 1,4 / (74 * 1,3) = 44,8$  чел.-ч. (инженер-технолог, месячный оклад – 8000 руб./мес,  $k = 1,3$ )

где: 1,4 - коэффициент увеличения затрат труда, вследствие недостаточного описания задачи (1,2...1,5);

74 - количество операторов, приходящееся на 1 чел.ч. (74...85);

1,3 - коэффициент квалификации работника (определяется в зависимости от стажа работы и составляет: для работающих до 2-х лет – 0,8; от 2-х до 3-х – 1,0; от 3-х до 5 – 1,1...1,2; от 5 до 7 – 1,3...1,4; свыше семи – 1,5...1,6).

**Затраты труда на разработку алгоритма решения задачи (2.4):**

$T_a = 3080 / 20 * 1,3 = 118,5$  чел.-ч. (инженер-технолог).

где: 20 - количество операторов, занятых разработкой блок-схемы, приходящееся на 1 чел.ч. ( $S_a = 20 \dots 25$ );

1,3 - коэффициент квалификации работника (определяется в зависимости от стажа работы и составляет: для работающих до 2-х лет – 0,8; от 2-х до 3-х – 1,0; от 3-х до 5 – 1,1...1,2; от 5 до 7 – 1,3...1,4; свыше семи – 1,5...1,6).

**Затраты труда на написание программы (2.5):**

$T_{\Pi} = 3080 / 20 * 1,4 = 110$  чел.-ч. (инженер программист 1 категории, получает оклад – 9000 руб./мес,  $k = 1,4$ ).

где: 20 - количество операторов, занятых программированием, приходящееся на 1 чел.ч. ( $S_{\Pi} = 20 \dots 25$ );

1,4 - коэффициент квалификации работника (определяется в зависимости от стажа работы и составляет: для работающих до 2-х лет – 0,8; от 2-х до 3-х – 1,0; от 3-х до 5 – 1,1...1,2; от 5 до 7 – 1,3...1,4; свыше семи – 1,5...1,6).

**Затраты труда на отладку программы (2.6):**

$T_{отл} = 3080 / 4 * 1,4 = 550$  чел.-ч. (инженер-программист 1 категории).  
где: 4 - количество операторов, занятых отладкой программы, приходящееся на 1 чел.ч;

1,4 - коэффициент квалификации работника (определяется в зависимости от стажа работы и составляет: для работающих до 2-х лет – 0,8; от 2-х до 3-х – 1,0; от 3-х до 5 – 1,1...1,2; от 5 до 7 – 1,3...1,4; свыше семи – 1,5...1,6).

**Затраты труда на подготовку материалов в рукописи (2.8):**

$T_{др} = 3080 / 15 * 1,2 = 171,1$  чел. ч. (инженер-программист 2 кат., оклад – 7000 руб./мес.,  $k = 1,2$ ).

где: 15 - количество операторов, занятых подготовкой материалов в рукописи, приходящееся на 1 чел.ч. ( $S_{др} = 15 \dots 20$ ).

1,2 - коэффициент квалификации работника (определяется в зависимости от стажа работы и составляет: для работающих до 2-х лет – 0,8; от 2-х до 3-х – 1,0; от 3-х до 5 – 1,1...1,2; от 5 до 7 – 1,3...1,4; свыше семи – 1,5...1,6).

**Затраты труда на редактирование, печать и оформление документов (2.9):**

$T_{до} = 0,75 * 171,1 = 128,3$  чел.-ч. (инженер-программист 2 категории).

**Полные трудовозатраты:**

$$T = 40 + 44,8 + 118,5 + 550 + 110 + 171,1 + 128,3 = 1162,7 \text{ чел.-ч.}$$

Часовая тарифная ставка инженера-программиста 1 категории:

$$Sч = 9000 / 165,5 = 54,38 \text{ руб.}$$

Инженера-программиста 2 категории:

$$Sч = 7000 / 165,5 = 42,30 \text{ руб.}$$

Инженера-технолога:

$$Sч = 8000 / 165,5 = 48,34 \text{ руб.}$$

**Время работы ВТ при создании ПП (написание программы, ее отладка и оформление документов):**

$$\Phi_B = 1,15 * (110 + 550 + 128,3) * 0,8 = 725,2 \text{ ч.}$$

где: - 1,15 – коэффициент, учитывающий затраты времени на профилактические работы;

110 чел. ч. – затраты труда на написание программы;

550 чел. ч. – затраты труда на отладку программы;

128,3 чел.ч. - затраты труда на редактирование, печать и оформление документов.

0,8 – коэффициент, учитывающий уровень языка программирования 0,8...1,0 . ( $K_{кор}$ ).

Таблица 4.1 – Калькуляция статей себестоимости

№ п/п	Наименование составляющих себестоимости	Формулы для расчета	Сумма затрат, руб
1	2	3	4
1	Основная з/п с учетом коэффициента корректировки:	$Z_{по} = (550 + 110) * 0,8 * 54,38 + (171,1 + 128,3) * 0,8 * 42,30 + (40 + 44,8 + 118,5) * 0,8 * 48,34 = 46706,36 \text{ руб.}$	46 706
2	Дополнительная з/п.	$Z_{нд} = 20 / 100 * 46706,36 = 9341 \text{ руб.}$	9 341
3	Отчисления на социальные нужды (страховые взносы) (32,2%).	$Z_{соц} = 32,2 / 100 * (46706,36 + 9341,27) = 18047 \text{ руб.}$	18 047
4	Затраты на потребляемую электроэнергию	$Z_{э} = 2,10 * 0,8 * 725,2 = 1218 \text{ руб.}$	1 218
5	Расходы на материалы и запасные части	$Z_{м} = \sum_{i=1}^n m_i C_i$ , $Z_{м} \approx 200 \text{ руб.}$ Расходы на материалы и запасные части для данного примера взяты условно.	200



		При проектировании необходимо брать данные конкретного предприятия	
6	Затраты на ТО и ТР	$Z_p = 20000 * 4 / 100 * 725,2 / 1986 = 292$ руб.	292
7	<b>ИТОГО (С)</b>	<b><math>C = 46706 + 9341 + 18047 + 1218 + 200 + 292 = 75804</math></b> руб.	<b>75 804</b>

### Расчет экономического эффекта от внедрения ПП

Капиталовложения при внедрении программного продукта равняются его себестоимости и в приведении к расчетному году не нуждаются:

$$K = C = 75804 \text{ руб.}$$

Данный продукт используется 11-ю РКЦ. Оклад инженера-электронщика РКЦ – 8000 руб., премиальный фонд – 20% от оклада.

Часовая ставка инженера:

$$S_{\text{ч}} = (8000 + 20/100 * 8000) / 165,5 = 58,01 \text{ руб.}$$

Тогда годовые затраты 11 РКЦ за год (12 месяцев):

1. При ручной обработке информации затраты времени на ручную обработку информации составляют 14,4 ч, в месяц:

$$Z_{\text{руч}} = 14,4 * 11 * 12 * 58,01 = 110 265 \text{ руб.}$$

2. При автоматизированной затраты времени 4,30 ч. в месяц:

$$Z_{\text{авт}} = 4,30 * 11 * 12 * 58,01 = 32 926 \text{ руб.}$$

Дополнительного эффекта не ожидается, поэтому годовой результат от внедрения программного продукта:

$$P_r = 110265 - 32926 = 77 339 \text{ руб.}$$

Затраты при использовании программного продукта сложатся из затрат на электроэнергию и техническое обслуживание (ТО) и текущие ремонты (ТР) ВТ с учетом времени работы данного программного продукта в году (2.25., 2.26):

$$Z_{\text{э}} = 0,8 * 2,10 * 51 = 85,68 \text{ руб.}$$

где: 0,8 кВт - мощность ЭВМ;

2,10 руб.- стоимость 1 кВт.ч электроэнергии (действующий на данный момент тариф);

51 час. - время работы вычислительного комплекса.

$$Z_p = 20000 * 4 / 100 * (51 / 1986) = 20,54 \text{ руб.}$$

где: 20000 руб. – балансовая стоимость ВТ;

4 – норма отчислений на ремонт ВТ (%);

51 час. - время работы вычислительного комплекса;

1986 час. – годовой фонд работы в 2012 году ВТ.

Тогда  $Z_r = Z_{\text{э}} + Z_p = 85,68 + 20,54 = 106,22 \text{ руб.}$

Прибыль определяется по формуле (2.21):

$$П = 77339 - 106 = 77233 \text{ руб.}$$

Таким образом, мы имеем следующий денежный поток:

0 шаг (капиталовложения) 75804 руб.

1 шаг 77233 руб.

2 шаг 77233 руб.

3 шаг 77233 руб.

Чистый дисконтированный доход за 3 года использования программного продукта при норме дисконта  $E=20/100$  (20%) составит (1.5):

$$\text{ЧДД} = 77233/(1+0,2) + 77233/(1+0,2)^2 + 77233/(1+0,2)^3 - 75804 = 86886 \text{ руб.}$$

ЧДД – положителен, т.е. проект эффективен.

Рассчитаем срок окупаемости проекта:

Величины приведенных (дисконтированных) годовых эффектов по годам расчетного периода равны:

$$\mathcal{E}_1 = 77233/(1+0,2) = 64361 \text{ руб.}$$

$$\mathcal{E}_2 = 77233/(1+0,2)^2 = 53634 \text{ руб}$$

$$\mathcal{E}_3 = 77233/(1+0,2)^3 = 44695 \text{ руб.}$$

Величина дохода за первый год составит 64361 руб., что меньше величины капиталовложений (75804 руб.).

За первые 2 года:

$\sum \mathcal{E}_2 = 64\,361 + 53\,634 = 117\,995 \text{ руб.}$ , что больше величины капиталовложений. Тогда срок окупаемости находится как:

$$\text{Ток} = 1 + (75\,804 - 64\,361)/53\,634 = 1,21 \approx 1 \text{ г.}$$