# **6. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ**

## **6.1. Порядок расчета и анализа экономической эффективности применения ПО**

В составе комплекса средств автоматизации особое место занимает

программное обеспечение (ПО) автоматизированных систем (АСНИ, САПР, АСУ). Особая важность данного вида обеспечения определяется тем, что именно в ПО закладываются и реализуются функции автоматизированных систем. В состав ПО могут включаться пакеты программ и отдельные программные модули, созданные для широкого применения или специального назначения. Однако оригинальные или специальные программы имеют возможность найти в дальнейшем широкое применение, если они созданы и оформлены в соответствии с определенными требованиями, предъявляемыми к созданию программ как к продукции производственно-технического назначения, то есть как к программным изделиям.

В связи с этим целесообразно выделять процесс создания ПО из общего процесса создания автоматизированных систем (АС) и рассматривать его с двух позиций:

* Системной, т.е. как создание ПО АС;
* Прикладной — как создание отдельных изделий, которые могут использоваться независимо от ПО данной АС.

Целью создания ПО является получение необходимого и достаточно системного комплекта качественных программных изделий при условии реализации эффективного процесса разработки и сопровождения.

Эффективность каждого программного изделия определяется качеством и эффективностью процесса разработки и сопровождения.

Качество ПО определяется тремя составляющими:

* с точки зрения специалиста – пользователя данным программным изделием;
* с позиций использования ресурсов и их оценки;
* с позиции выполнения требований на ПО.

Программное обеспечение должно быть разработано так, чтобы оно выполняло свои функции без лишних затрат ресурсов (оперативной памяти, ЭВМ, машинного времени, пропускной способности каналов передачи данных и других ресурсов - на стадии функционирования; времени разработки и денежных ресурсов - на стадии создания программного изделия). В процессе разработки ПО необходимо управлять занятыми в этом процессе сотрудниками.

Основные сложности в процессе создания программного изделия возникают прежде всего из-за плохого планирования (50%), недостаточного контроля (34%), по техническим причинам (всего 16%).

Большое значение для организации эффективных процессов создания и использования программных средств имеет понятие жизненного цикла ПО системы. Это положение обусловлено требованием создания актуальной и гибкой системы, которая могла бы развиваться с наименьшими затратами при внесении изменений в систему по мере ее освоения и старения. Необходимо прогнозировать срок замены устаревшей системы на принципиально новую.

Процесс программирования необходимо планировать, контролировать и завершать в заданные сроки. Кроме того, работа программистов должна быть оплачена по результатам их труда: его качеству, количеству, интенсивности выполнения работ; стимулировать высокие результаты труда. Для перечисленных целей часто используют нормативы, чтобы сравнивать и оценивать планируемые и фактические результаты.

С этой целью на первых этапах проектирования следует выполнять укрупненные расчеты трудоемкости работ по созданию ПО АС (подсистем, задач) в целях прогнозирования сроков работ, затрат на их выполнение, оценки предполагаемой экономической эффективности автоматизации.

Известно несколько нормативных методов укрупненных расчетов трудоемкости работ по созданию систем (задач):

* сопоставительный (метод аналогов), когда трудоемкость новых разработок принимают по опытным данным подобных разработок с использованием поправочных коэффициентов;
* метод эмпирических зависимостей, основанный на применении нормативов в виде математических зависимостей искомого показателя (трудоемкости, стоимости работ) от технических параметров объекта разработки (например, показателя сложности программ);
* метод прямого счета, основанный на определении содержания и объемов работ и использовании нормативов на отдельные единицы работ. Нормативы этого метода можно разделить на объемные, характеризующие предполагаемые объемы работ (например, количество операторов в программе, количество входных и выходных форм в задаче и т.п.), и ресурсные, определяющие трудоемкость типовых единиц работы;
* метод структурных коэффициентов, основанный на использовании нормативов структуры показателей аналогичной разработки, например, распределение трудоемкости создания задачи по различным этапам работ. При этом трудоемкость общая или отдельного этапа должна быть определена предварительно каким-либо другим методом. Метод структурных коэффициентов всегда применяют в комплексе с другими.

Разнообразие методов объясняется различными возможностями получения исходных данных о планируемых работах, наличием соответствующих нормативов, потребностями детализации и точности расчетов. На первых этапах создания оригинальных разработок применяют, как правило, самые укрупненные расчеты трудоемкости работ (а также затрат и экономической эффективности), а по мере детализации проектных решений детализируют, уточняют и эти расчеты.

Анализ различных подходов к нормированию процесса программирования показывает, что в качестве основного фактора следует принимать размер исходного текста ПО (для любого типа ПО).

Для быстрой приближенной оценки трудоемкости и длительности, разработки ПО может использоваться и так называемая "базовая модель".

При этом затраты труда (трудоемкость разработки ПО) оценивают таким образом, чел.-мес.:

где Nик - число исходных команд, тыс.,

а длительность разработки, мес.:

Производительность труда группы разработчиков программного изделия Пр (исх. команд/чел.-мес.) определяется формулой:

Среднее число исполнителей ЧИ рассчитывают исходя из определенных или заданных характеристик трудоемкости и длительности разработки программного продукта, чел.:

Если известны по опыту работы или заданы по нормативам затраты труда на подготовку описания задачи, исследование алгоритма решения задачи, разработку блок-схемы алгоритма, программирование, отладку программы на ЭВМ, подготовку документации по задаче, то трудоемкость разработки ПО можно рассчитать по формуле:

где ti – трудоемкость i-го этапа.

При оценке затрат труда на разработку ПО предполагают, что создание ПО – процесс творческий и точно затраты определить невозможно. Поэтому следует использовать поправочные коэффициенты (таблица 7.1) для коррекции трудозатрат ti. Для этого номинальные трудозатраты tн умножают на соответствующие коэффициенты R (таблица 7.1), т.е.

где .

Влияние на t (формула (7.1)) числа тысяч исходных команд снижено, но зато мы учитываем ряд других факторов, влияющих на трудоемкость  
разработки ПО.

Смету затрат на разработку ПО составляют по статьям калькуляции. При этом необходимо в первую очередь рассчитать фонд заработной платы разработчиков:

где ti - трудоемкость i-й работы по созданию и внедрению ПО, чел.-дни;

li - средняя дневная (часовая) ставка разработчика;

n - количество работ (этапов), на которые разделена тема.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Фактор | Условные обозначения | Коэффициент | Примечания |
| Коэффициент сложности ПО | R1 | 1.25 ...2.00 | Относительно типовой задачи |
| Коэффициент коррекции программы | R2 | 1.05... 1.10 | 3-5 коррекций ведут к изменению 5. ..10% ПО |
| Коэффициент квалификации разработчика | R3 | До двух лет -1.25  2-3 года - 1.0  3-5лет-0.90...0.85  5-7лет-0.8...0.7  св.7лет- 0.7... 0.6 | В зависимости от стажа разработчика |
| Коэффициент увеличения затрат вследствие недо­статочного описания задачи | R4 | 1.2... 1.5 | В зависимости от сложности задачи |
| Коэффициент, учитывающий затраты на оформление задачи | R5 | 1.2 |  |
| Коэффициент, учитывающий затраты на внедрение задачи | R6 | 1.1 |  |

Таблица 0.1 – Коэффициенты, используемые при оценке затрат труда на подготовку задачи к решению ее на ЭВМ

Стоимость ПО:

где ωд – коэффициент, учитывающий дополнительную заработную плату (можно принимать 0.1...0.3);

ωот – коэффициент, учитывающий отчисления в фонды от заработной платы;

ωн – коэффициент накладных расходов организаций, разрабатывающих проект (можно принять равным единице);

ωпр – коэффициент прочих расходов (0.1.. .0.2);

tэвм – машинное время, необходимое для отладки программы, ч;

Lэвм – стоимость машино-часа работы ЭВМ (принимают по установленным тарифам на аренду или рассчитывают для конкретных условий). Эффективность программного продукта определяется формулой:

где Эгод – среднегодовой экономический эффект, полученный от применения данного программного продукта, грн.

При расчетах затрат на создание и внедрение систем (задач) необходимо выделять затраты на создание ПО, которые потом будут списываться в эксплуатационные затраты. Если программа разрабатывается организацией только для себя, стоимость ПО Кпр определяется формулой (7.5) для объема соответствующих работ (постановки задач, разработки и отладки программ, разработки программной документации).

Если же разрабатываемая программа будет использоваться несколькими предпринимателями-потребителями, на нее определяют цену реализации.

Цена программы для отдельного потребителя может быть рассчитана так:

где Сдоп – стоимость дополнительных работ по тиражированию программы для отдельного потребителя;

ωпр – норматив прибыли организации, разрабатывающей программу, можно принимать равным 0.10...0.15;

m – количество организаций, которые приобретут данную программу.

Нижний предел цены может быть рассчитан так:

Верхний предел цены:

где Эгод – годовой экономический эффект t-го года;

Тэкс – число лет эксплуатации ПО (до шести лет).

Договорная цена (Цдог) должна находиться в диапазоне между нижним и верхним пределами, причем эффективность ПО и с точки зрения разработчика, и с точки зрения покупателя, должна быть больше нормативной Ен:



а при тиражировании:



где m – число копий;

Сдоп – затраты на тиражирование.

Эффективность с точки зрения покупателя (потребителя) ПО:



где КНДС – коэффициент, учитывающий налог на добавленную стоимость (0,2);

КДОП ­– дополнительные издержки капитального характера при введении ПО в эксплуатацию.

## **6.2 Расчет экономической эффективности применения программного обеспечения и определение его цены**

Исходные данные:

В качестве исходных данных для оценки экономической эффективности ПО и определения его цены возьмем общую трудоемкость работ. В таблице 6.2, представленной ниже, содержится структура трудоемкости работ по этапам создания ПО. Общую трудоемкость работ получаем суммированием соответствующих слагаемых.

Таблица 6.2 — таблица назначений

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Наименование этапа | Структура трудоёмкости, **%** | Коли-  чество исполнителей, чел. | Фактиче  ская трудоёмкость, дни | Трудоемкость по категориям исполнителей | | Машинное время,  ч |
| I | III |
| 1. Организационная подготовка к созданию программного обеспечения | 2 | 1 | 1,5 |  | 1,5 | 7,8 |
| 2. Разработка ТЗ на постановку задачи | 3 | 2 | 1 | 0,5 | 0,5 | 16,4 |
| 3. Постановка задачи |  |  |  |  |  |  |
| 3.1. Разработка мат. модели и алгоритмов | 7 | 2 | 2,75 | 1 | 1,75 | 22 |
| 3.2. Разработка информационной базы | 3 | 1 | 4 |  | 4 | 10,5 |
| 3.3. Техническое обеспечение | 3 | 1 | 1,25 |  | 1,25 | 4 |
| 3.4. Разработка контрольного примера | 5 | 2 | 2,7 | 1,35 | 1,35 | 14,7 |
| 3.5. Расчёт экономической эффективности | 1 | 1 | 0,65 |  | 0,65 | 2,5 |
| 3.6. Разработка описания задачи и ТЗ на программирование | 1 | 1 | 1 |  | 1 | 10,8 |
| 4. Разработка программного обеспечения |  |  |  |  |  |  |
| 4.1. Разработка машинных алгоритмов | 7 | 2 | 5 | 1,5 | 3,5 | 25 |
| 4.2. Разработка программы | 28 | 1 | 18,5 |  | 18,5 | 100 |
| 4.3. Разработка программной документации | 5 | 1 | 3,25 |  | 3,25 | 12 |
| 4.4. Расчет затрат и экономической эффективности | 1 | 1 | 0,6 |  | 0,6 | 3,6 |
| 4.5. Выпуск комплекта рабочей документации | 5 | 1 | 0,9 | 0,9 |  | 10,2 |
| 5. Внедрение программного обеспечения |  |  |  |  |  |  |
| 5.1. Подготовка к внедрению программного обеспечения | 2 | 2 | 4,25 | 1,1 | 3,15 | 22 |
| 5.2. Наладка и предварительные испытания | 10 | 1 | 7,5 |  | 7,5 | 48 |
| 5.3. Отладка и корректировка программного обеспечения и документации | 10 | 2 | 2 | 0,5 | 1,5 | 40 |
| 5.4 Сдача в промышленную эксплуатацию | 5 | 1 | 2,25 |  | 2,25 | 15 |
| 5.5. Расчёт фактической экономической эффективности | 2 | 1 | 0,9 |  | 0,9 | 7,5 |
| **Итого** | 100 | 2 | 60 | 6,85 | 53,15 | 372 |

Определение затрат на разработку программного продукта:

Смету затрат на разработку программного обеспечения составляют по статьям калькуляции. При этом в первую очередь необходимо рассчитать фонд заработной платы разработчиков.

Фонд заработной платы рассчитаем следующим образом:

где ti — общая трудоемкость работ;

li — средняя дневная ставка разработчика.

Общая трудоемкость работ составила 60 дней. Среднюю дневную ставку разработчика I категории примем в размере 290 грн, а III категории — 210грн. Тогда фонд заработной платы составит:

Фзп=6,85\* 290 + 53,15\* 210 = 13 148 грн

### Расчет стоимости программного обеспечения:

Стоимость программного обеспечения вычислим по формуле 6.8.

Кпр = Фэп \* ( (1 + Wi доп) \* (1 + Wот) + Wнак + Wпроч ) + LЭВМ \* St ЭВМ

Для этого примем коэффициент Wот = 0,375, представляющий собой сумму коэффициентов отчисления (в фонд соц. страхования — 0,05; в фонд Чернобыля — 0,1; в фонд занятости — 0,05; в пенсионный фонд — 0,2; на мед. страхование — 0,026), а так же коэффициенты Wдоп = 0,2, Wнак = 1, Wпроч = 0,1 и величины tЭBM = 360 ч., Lэвм = 2,45 грн.

Подставим значения коэффициентов и других величин в формулу затрат на разработку:

Кпр= 13 148 ⋅ [(1+0,2) ⋅ (1+0,375)+ 1 + 0,1] + 360 ⋅ 2,45= 37 039 грн

Получим Кпр = 37 039 грн

**Формирование цены программного продукта:**

Предположим, что программный продукт будет использоваться несколькими предпринимателями — потребителями. В этом случае цена для отдельного потребителя может быть рассчитана по формуле :

,

где — стоимость дополнительных работ по тиражированию программы для отдельного потребителя;

 — норматив прибыли организации, разрабатывающей программу, можно принимать равным 0,10…0,15;

m — количество организаций, которые приобретут данную программу;

Так как на момент расчета неизвестно количество потребителей, нижний предел цены примем равным стоимости разработки программного продукта, т. е. Цнижн = 37 039 грн. Верхний предел зависит от экономического эффекта в каждый год использования. Так как в данном случае невозможно оценить экономический эффект, примем верхний предел цены равным:

Цв=2Кпр = 2\*37 039 = 74 078 грн

Для формирования договорной цены на программный продукт воспользуемся формулами (6.13) и (6.15), позволяющими оценить экономическую эффективность с позиции продавца-разработчика и покупателя-пользователя.

Предположим, что договорная цена Цдог=146 000 грн.

Eразр=(146 000-74 078) / 74 078=0,97

Если учесть, что дополнительные издержки на обучение персонала и ввод в эксплуатацию системы составили 1000 грн., а НДС=20%, то: 176200

Сравнение полученных коэффициентов экономической эффективности с величиной коэффициента нормативной эффективности Ен=0,55, рассчитанного по величине банковского процента по долгосрочным кредитам, показывает, что разработчик программного продукта вправе добиваться в процессе переговоров более высокой договорной цены, чем Цдог=146 000 грн.

Договорная цена, на программный продукт может быть установлена и из условия равной экономической эффективности у разработчика и пользователя, то есть когда Епр=Епок, при выполнении условия, что данные коэффициенты эффективности превышают нормативный уровень.

Такой подход к формированию договорной цены на программный продукт позволит более обоснованно достигать баланса интересов и учитывать целесообразность затрат на разработку в целом.