**Технико-экономическое обоснование**

**разработки программного продукта**

**1 Расчет затрат на этапе проектирования.**

Для начала посчитаем трудоемкость программного продукта.

Определим общие затраты труда T по формуле

**Т = То + Ти + Та + Тп + Тотл + Тд (1)**

где То - затраты труда на описание задачи;  
 Ти – затраты на исследование предметной области;  
 Та – затраты на разработку блок-схем;  
 Тп – затраты на программирование;  
 Тотл – затраты на отладку;  
 Тд – затраты на подготовку документации.

Все составляющие определяем через условное число команд - Q:

**Q = q×c×(1+p) (2)**

где q — предполагаемое число команд,

с — коэффициент сложности задачи,

р — коэффициент коррекции программы.

В результате оценки было получено предполагаемое число операторов, равное **6000.**

*Коэффициент сложности задачи* характеризует относительную сложность программы по отношению к так называемой типовой задаче, реализующей стандартные методы решения, сложность которой принята равной единице (величина «с» лежит в пределах от 1,25 до 2). Для нашего программного продукта, включающего в себя алгоритмы распределенного сетевого взаимодействия, выполнения произвольных модулей сложность задачи возьмем **1,4**.

*Коэффициент коррекции программы* характеризует увеличение объема работ за счет внесения изменений в алгоритм или программу по результатам уточнения постановок. С учетом того, что в нашем случае постоянно находились более лучшие и эффективные алгоритмы взамен уже написанным, что приводило к частой замене кода, возьмем коэффициент равным **0,2**.

В результате, согласно формуле (2) получим

**Q= 6000×1,4× (1+ 0,2) = 10080** условное число команд.

Также используем следующие коэффициенты:

*Коэффициент увеличения затрат труда*, вследствие недостаточного описания задачи, в зависимости от сложности задачи принимается от 1,2 до 1,5, в связи с тем, что данная задача, потребовала уточнения и больших доработок, примем **B = 1,4.**

Коэффициент квалификации разработчика k определяется в зависимости от стажа работы и составляет:  
 для работающих до двух лет – 0,8;  
 от двух до трех лет - 1,0;  
 от трех до пяти лет - 1,1 - 1,2;  
 от пяти до семи - 1,3 - 1,4;  
 свыше семи лет - 1,5 — 1,6.

В нашем случае разработчики, которым было поручено это задание, имели опыт работы менее года, поэтому примем **k = 0,8**.

Рассчитаем общую трудоемкость.

Затраты труда на подготовку описания задачи Тo точно определить невозможно, так как это связано с творческим характером работы. Примем

**Тo = 80 чел.-ч.**

Затраты труда на изучение описания задачи Ти с учетом уточнения описания и квалификации программиста могут быть определены по формуле:

**Ти =Q×B×k /80**

где Q – условное число команд,

B – коэффициент увеличения затрат труда, вследствие недостаточного описания задачи,

**Ти =10080×1,4×0,8/80= 141,12 чел.-ч.**

Затраты труда на разработку алгоритма решения задачи Тa рассчитывается по формуле:

**Тa =Q×k/25**

**Та=10080×0,8/25 = 322,56 чел.-ч.**

Затраты труда на составление программы по готовой блок-схеме Тп определяется по формуле:

**Тп =Q×k/25**

**Тп =10080×0,8/25 = 322,56 чел.-ч**

Затраты труда на отладку программы на ЭВМ Tотл рассчитывается по следующей формуле:

**Тотл= Q×k/5**

**Тотл = 10080×0,8/5 =1612,8 чел.-ч.**

Затраты труда на подготовку документации по задаче Тд определяются по формуле:

**Тд = Тдр + Тдо**

где Tдр- затраты труда на подготовку материалов в рукописи;  
 Тдо – затраты труда на редактирование, печать и оформление документации.

**Тдр = Q×k / 20**

**Тдр = 10080×0,8/20 =403,2 чел.-ч.**

**Тдо = 0,75×Тдр**

**Тдо = 0,75×403,2 = 302,4чел.-ч.**

В итоге:

**Тд = 403,2+302,4= 705,6 чел.-ч.**

С учетом уровня языка программирования трудоемкость разработки программы может быть скорректирована следующим образом:

**Ткор =T×kкор (3)**

где **kкор** – коэффициент изменения трудоемкости, берущийся из следующей таблицы

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Уровень языка программирования | Характеристики языка программирования | Коэффициент изменения трудоемкости |
| 1 | Покомандный автокод- ассемблер | 1 |
| 2 | Макроассемблер | 0,95 |
| 3 | Алгоритмические языки высокого уровня | 0,8 — 0,9 |
| 4 | Алгоритмические языки сверхвысокого уровня | 0,7 — 0,8 |

Выбранный для разработки язык Java относится к алгоритмическим языкам сверхвысокого уровня, с учетом этого примем **kкор** = 0,85.

Подставив все полученные данные в формулу (1), получим полную трудоемкость разработки:

**Т = 80 + 141,12 + 322,56 + 322,56 + 1612,8 + 705,6 = 3184,64 чел.-ч.**

С учетом корректировки из формулы (3) получим итоговую трудоемкость разработки:

**Ткор = 0,85× 3184,64 = 2707чел.-ч.**

Наиболее распространенный и простой подход к оценке трудоемкости имеет следующий алгоритм.

Применяя метод экспертных оценок, наиболее часто используют эмпирическую формулу

**tож = (2 \* tmax + 3 \* tmin)/5**

где tож – ожидаемая длительность работы;

tmin – минимальная длительность работы (этапа) по мнению эксперта;

tmax – максимальная длительность работы (этапа) по мнению эксперта. Пример расчета ожидаемой продолжительности работ приведен в таблице 4.2.

Таблица 4.2 - Затраты времени на этапе проектирования

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Наименование работ | Длительность работ (дней) | | |
| Минимум | Максимум | Ожидаемая |
| 1. Разработка технического задания | 2 | 4 | 3 |
| 2. Анализ технического задания и сбор данных | 4 | 7 | 5 |
| 3. Составление алгоритма | 7 | 14 | 10 |
| 4. Реализация алгоритма на язык программирования Java | 6 | 16 | 10 |
| 5. Набор программы на ПЭВМ | 10 | 14 | 12 |
| 6. Отладка программного продукта | 10 | 18 | 13 |
| 7. Проведение экспериментов | 8 | 15 | 11 |
| 8. Оформление пояснительной записки | 5 | 10 | 7 |

Суммарная продолжительность работ на этапе проектирования составляет **71 день** (**46** на компьютере)

Капитальные затраты на этапе проектирования рассчитываются по формуле

**Kn =Zn + Mn + Hn (4)**

где *Zn* – заработная плата проектировщика на всем этапе проектирования;

*Мn* –затраты на использование ЭВМ на этапе проектирования;

*Hn* – накладные расходы на этапе проектирования.



где ***zд***– дневная заработная плата разработчика на этапе проектирования (определяется по практическим данным конкретной организации);

**Tn** – продолжительность работ на этапе проектирования;

***ас***–выплаты в государственные внебюджетные фонды;

***аn***–процент премий.

Тогда, в нашем случае

Z**n = 476 \* 71 \* (1+0,34) = 45286,64 руб**

Расходы на машинное время состоят из расходов за процессорное время (при работе в сети) и расходов за дисплейное время. Формула для расчетов затрат на использование ЭВМ на этапе проектирования имеет вид

**Mn = cn\*tn ,**

где **сп** и **сд** – соответственно стоимость одного часа процессорного и дисплейного времени, руб.;

**tп** и **tД**–время, необходимое для решения задачи, соответственно процессорное и дисплейное.

Для нашего примера, так как программа разработана на ЭВМ Celeron 1,6 GHz, в процессорном времени необходимости нет, т.е. сп= 0 и tп= 0.

Для подсчета машинного времени определяем, что ЭВМ необходима на этапах программирования, отладки, тестирования. С учетом того, что в день ЭВМ работает 6 часа, получаем

**tд = 46 \* 6 = 276 ч.**

Исходя из этого определим затраты, связанные с ЭВМ:

**Mn = 16 \* 276 = 4416 руб**

Накладные расходы составляют 120 % от заработной платы персонала, занятого эксплуатацией программы (разработчика), и вычисляются по формуле

**Hn = Zn \* 120/100,**

**Hn = 45286,64 \* 1,2 = 54343,968 руб.**

Теперь рассчитаем капитальные затраты на этапе проектирования **Kn** по формуле (4) и получим:

**Kn = 45286,64 + 4416 + 54343,968 = 104046,608 руб.**

**2 Выбор базы сравнения (аналога)**

В качестве аналога рассмотрим такой программный продукт как Cacti. Cacti — Веб-приложение (набор скриптов) которое поможет Вам мониторить состояние вашего сервера, CISCO и всего что может отдавать данные по SNMP протоколу. Обладает хорошим и понятным web-интерфейсом, расширяемостью за счет написания модулей для дополнительного функционала, наличием готовых шаблонов для многообразного оборудования.

Рассмотрим сравнительную характеристику с аналогом.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № п/п | Параметры и характеристики | **Ручное проектирование** | **Автоматизированное проектирование** |
| 1 | Распределенность | Нет | Да |
| 2 | Быстродействие | Среднее | Высокое |
| 3 | Надежность и удобство использования | Нет | Да |
| 4 | Гибкость | Нет | Да |
| 5 | Расширяемость | Нет | Да |

Каждому i-му (i=5) выбранному показателю для сравнения определим коэффициент ki (коэффициент его весомости (важности)). Для этого каждый показатель оценим с использованием 10-балльной шкалы.

Оценки характеристик Ki и их соответствующие весовые коэффициенты ki сведены в таблице 4.4

Таблица 4.4 - Весовые коэффициенты, ki

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Характеристика | Весовой коэффициент важности, ki | Новое изделие (н) | | Изделие | Аналог (а) |
| Оценка характеристики, Кi, | Значимость, ki \*Ki | Оценка характеристики, Кi, | Значимость, ki \*Ki |
| Распределенность | 0,20 | 9 | 1,8 | 5 | 1 |
| Быстродействие | 0,15 | 7 | 1,05 | 8 | 1,2 |
| Надежность и удобство использования | 0,17 | 7 | 1,19 | 6 | 1,02 |
| Гибкость | 0,26 | 8 | 2,08 | 6 | 1,56 |
| Расширяемость | 0,22 | 7 | 1,54 | 7 | 1,54 |
| **Итого:** | **1** | **38** | **7,66** | **32** | **6,32** |

Из формулы видно, что К = 38/32 = 1,1875 (больше 1), значит разрабатываемый продукт лучше, чем аналог.

Исходные данные для расчета экономического эффекта приведены в таблице 4.5.

Таблица 4.5 - Исходные данные для расчета экономического эффекта

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| N | Сд | Zд | R | ас | Н | Р | рпр | Ен |
| 1 чел. | 16 руб/ч | 238 руб/день | 21 | 34% | 120% | 15% | 3% | 0,15 |

Численность обслуживающего персонала (N).

Стоимость машинного времени (Сд) (определяется по практическим данным конкретной организации).

Дневная заработная плата проектировщика (zд) (определяется по практическим данным конкретной организации).

**Zd = Z / R = 5000 / 21 = 238 руб.**

где Z – заработная плата проектировщика за месяц, которая составляет 5000 рублей.

Среднее число рабочих дней в месяце (R).

выплаты в государственные внебюджетные фонды (ас).

Средний процент премий за год (ап).

Накладные расходы от заработной платы (Н).

Расчетная прибыль от продажи (Р).

Прочие расходы (Рпр).

Нормативный коэффициент (Ен).

**3 Сравнительный анализ затрат в ходе эксплуатации программного продукта и аналога**

В качестве критериев для сравнения характеристик программного обеспечения наиболее важными для данного программного продукта являются эксплуатационные расходы:

• содержание персонала, занятого работой с программой

• расходы на функционирование ЭВМ

• накладные расходы

• прочие расходы

Расходы по различным видам работающих определяются по формуле



где ni – численность персонала i-ro вида;

zi – среднегодовая зарплата работников i-ro вида;

k – процент занятости обслуживающего персонала при работе с аналогом и обслуживающим персоналом.

До внедрения программы время использования ЭВМ составляло:

**t1 = 252 \* 6 = 1512 ч/год**

Таким образом, после внедрения программы время использования ЭВМ составит:

**t2 = 126 \* 6 = 756 ч/год**

Процент занятости ЭВМ составляет:

- до внедрения программы

**Ka = t1 / (252 \* 6) = 1512 / 1512 = 1**

- после внедрения программы

**Knp = t2 / (252 \* 6) = 756 / 1512 = 0,5**

Численность персонала составляет **ni** = l человек. Найдем **zi** из произведения

**zi = zi \* tp = 6000 \* 12 = 72000 (руб.)**

где tp – период работы, который составляет 12 месяцев;

**zi = T \* zд / 12 = 252 \* 756 / 12 = 15876 (руб.)**

**kи** – процентное исполнение работы с учетом занятости пользователя. Рассчитаем заработную плату с начислениями на одного работника:

**Z1 = 1 \* 72000 \* 1 \* 1,34 = 96480 (руб.)**

**Z2 = 1 \* 72000 \* 0,5 \* 1,34 = 48240 (руб.)**

Расходы на функционирование программы складываются из затрат на эксплуатационные принадлежности (бумага, краска для принтера и т.д.) и периферийного оборудования (принтер, плоттер, дискеты и т.д.).

В общем случае расходы на машинное время состоят из расходов на процессорное время (при работе с объектным и абсолютным кодом) и расходов на дисплейное время. Формула для расчетов имеет вид

**Mn = cn\*tn + cд\*tд**

где сп и сд – соответственно стоимость одного часа процессорного и дисплейного времени, руб.; tп и tд – время, необходимое для решения задачи, соответственно процессорное и дисплейное. Так как программа разработана на современной мощной ЭВМ, то в процессорном времени необходимости нет, т.е.

**cn=0, tn=0**

**tд1 = Fэф.р \* Ka, tд2 = Fэф.р \* Kпр, Fэф.р = N \* t**

где Fэф.р. – эффективное рабочее время;

N – количество рабочих дней в году;

t – продолжительность рабочего дня.

До внедрения программы:

**Cд = 16 руб/ч**

**N = 21 \* 12 = 252 (дн)**

**Fэф.р = 252 \* 6 = 1512 (ч)**

**M1 = 16 \* 1512 \* 1 = 24192 (руб.)**

После внедрения программы затраты на использование ЭВМ составили:

**td2 = 252 \* 0,5 \* 6 = 756 (ч)**

**M2 = 16 \* 1512 \* 0,5 = 12096 руб.**

Накладные расходы составляют 120 % от заработной платы персонала, занятого эксплуатацией программы, и вычисляются по формуле

**H = Z \* 120/100**

**Hn1 = 96480 \* 1,2 = 115776 руб.**

**Hn2 = 48240 \* 1,2 = 57888 руб.**

Прочие расходы составляют 3 % от суммы всех эксплуатационных расходов.

До внедрения программы они составили:

**Pp1 = (Z1 + M1 + H1) \* 0,03**

**Pnp1 = (96480 + 24192 + 115776) \* 0,03 = 7093,44 руб.**

После внедрения программы они составили:

**Pp2 = (Z2 + M2 + H2) \* 0,03**

**Pp2 = (48240 + 12096 + 57888) \* 0,03 = 3546,72 руб.**

Таким образом, эксплуатационные расходы составили:

* до внедрения программы

**P1 = Z1 + M1 + H1 + Pпр1**

**P1 = 96480 + 24192 + 115776 + 7093,44 = 243541,44 руб.**

* после внедрения программы

**P2 = Z2 + M2 + H2 + Pпр2**

**P2 = 48240 + 12096 + 57888 + 3546,72 = 121770,72 руб.**

**4 Расчет экономии от увеличения производительности труда пользователя**

Если пользователь при выполнении работы J-го типа с применением программы экономит ∆Tj часов, то повышение производительности труда Pj (%) определяется по формуле

%

где ∆Tj – экономия машинного времени при использовании разработанной программы (ч);

Fj – время, которое отводится пользователю для выпол¬нения работы j-го типа до внедрения разработанной программы (ч).

**ΔTj  = tд1 - tд2**

**ΔTj = 756 ч/год**

Тогда

**P = 756 / (1512 - 756) \* 100 % = 100 %**

Экономия, связанная с повышением производительности труда пользователя ∆P, определяется по формуле



где Z – среднегодовая заработная плата пользователя, с учетом процента занятости при использовании разрабатываемого проекта, равная

**ΔPn = 48240 \* 100/100 = 48240 руб**

Если программы используют пользователи разной квалификации, то расчеты следует выполнить отдельно по каждой k-й квалификации, при этом

 ,

где (∆Pn)k – экономия, полученная от повышения производительности труда пользователя k-й квалификации.

**5 Ожидаемый экономический эффект и срок окупаемости капитальных затрат**

Ожидаемый экономический эффект рассчитывается после завершения предпроизводственной стадии создания программного продукта и определяется по формуле

**Э = Эд - KHEH**

где Эд – годовая экономия;

Кн – капитальные затраты на проектирование;

**(Ен = 0,15)**

Ен – нормативный коэффициент эффективности.

Годовая экономия **Эд** складывается из экономии эксплуатационных расходов и экономии в связи с повышением производительности труда проектировщика:

**Эд = (P1 – P2) + ∆P**

где Р1, Р2 соответственно эксплуатационные расходы до и после внедрения программы;

∆Pn – экономия от повышения производительности труда пользователя,

**Эd = (243541,44 - 121770,72) + 48240 = 170010,72 руб.**

Тогда ожидаемый экономический эффект составит:

**Э = 170010,72 – 0,15 \* 104046,608 = 154403,7288 руб.**

Рассчитаем цену реализации разработанного программного продукта, при условии, что планируемая прибыль от продажи должна составлять не менее 15 %. Цену программного продукта рассчитаем по формуле

**Ц = Кп(1 + П/100)**

где **П** – расчетная прибыль от реализации (П=15 %)

**Ц = 104046,608 \* (1 + 0,15) = 119653,5992 руб.**

Срок окупаемости капитальных затрат на проектирование программного продукта рассчитывается по формуле

**T = Кп/Эд**

T = **104046,608** / **170010,72** = 0,61 (год) = **7,3** (мес)

Полученный результат характеризует быстрый срок окупаемости затрат.

Данные расчетов экономических показателей сведены в таблицу 4.6.

Таблица 4.6 - Сводная таблица основных экономических показателей

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Экономические показатели | Буквенное обозначение | Единицы измерения | Значения | |
| Аналог | Проект |
| Расходы на содержание обслуживающего персонала | Z | руб/год | **96480** | **48240** |
| Капитальные затраты на этапе проектирования | кп | руб/год | - | **104046,608** |
| Расходы на функционирование программы | м | руб/год | **24192** | **12096** |
| Эксплуатационные расходы | р | руб/год |  | **121770,72** |
| Экономия за счет повышения производительности труда | ∆P | руб/год |  | **48240** |
| Годовая экономия | Эд | руб |  | **170010,72** |
| Ожидаемый экономический эффект | Э | руб/год |  | **154403,7288** |
| Цена программного продукта | Ц | руб |  | **119653,5992** |
| Срок окупаемости | т | года |  | **0,61** |