# Экономическая часть

В данной части дипломной работы приводится экономическое обоснование разработки системы организации параллельных вычислений на кластере при использовании удаленного доступа и обоснование цели разработки.

## Цель создания программной системы

Целью данной дипломной работы является создание удаленного доступа к кластеру, построенному в университете. Для достижения данной цели были поставлены следующие задачи:

* организация возможности удаленной загрузки исполняемых задач на кластер и их исполнение;
* организация возможности удаленного управления задачами и кластером;
* организация системы аутентификации для безопасного доступа к кластеру.

Необходимость разработки обусловлена тем, что ни одна из систем схожего направления не является открытой, то есть ей не могут пользоваться студенты и научные работники нашего университета. А так же ни одна из аналогичных систем не содержит в себе все функции, которыми должна обладать система подобного рода. Подробнее это описывается в главе 1.4.

## Расчет времени на создание программной системы

Для оценки расходов на реализацию программной системы необходимо определить время, затраченное на разработку.

Общее время, необходимое на разработку программной системы складывается из различных компонентов. Структура общего времени на создание программного продукта представлена ниже (таблица 7.1).

Таблица 1.1

Структура общего времени на создание продукта

| **№**  **этапа** | **Обозначение времени данного этапа** | **Содержание этапа** |
| --- | --- | --- |
| 1 |  | Анализ предметной области. |
| 2 |  | Постановка задачи. |
| 3 |  | Разработка алгоритма. |
| 4 |  | Разработка блок-схемы алгоритма. |
| 5 |  | Написание программы на языке |
| 6 |  | Набивка программы. |
| 7 |  | Отладка и тестирование программы. |
| 8 |  | Оформление документации, инструкций пользователю, пояснительной записки. |

Время рассчитывается в человеко-часах, при этом определяется по фактически отработанному времени, а время остальных этапов определяется расчетом по условному числу команд *Q.*

Условное число команд *Q* определяется по формуле:

где *q* – коэффициент, учитывающий условное число команд в зависимости от типа задачи; *C* – коэффициент, учитывающий новизну и сложность программы.

Существует предопределенный набор значений указанных коэффициентов для различных типов задач (таблица 7.2).

Таблица 1.2

Предопределенные значения коэффициента *q*

|  |  |
| --- | --- |
| **Тип задачи** | **Пределы изменений коэффициента** |
| Задачи учета | от 1400 до 1500 |
| Задачи оперативного управления | от 1500 до 1700 |
| Задачи планирования | от 3000 до 3500 |
| Многовариантные задачи | от 4500 до 5000 |
| Комплексные задачи | от 5000 до 5500 |

Для данной задачи коэффициент *q* принимается 4500.

В зависимости от новизны реализуемой программным обеспечением задачи выделяют следующие классы:

* «А» – разработка принципиально новых задач;
* «Б» – разработка оригинальных программ;
* «В» – разработка программ с использованием типовых решений;
* «Г» – разовая типовая задача.

Для данной задачи степень новизны соответствует классу «Б».

С учетом того, что для разработки программной системы используется язык программирования высокого уровня, определяется коэффициент *C* (таблица 7.3).

Таблица 1.3

Коэффициент, учитывающий новизну и сложность программы

| **Язык программирования** | **Группа**  **сложности** | **Степень новизны** | | | |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **А** | **Б** | **В** | **Г** |
| Высокого  уровня | 1 | 1,38 | 1,26 | 1,15 | 0,69 |
| 2 | 1,30 | 1,19 | 1,08 | 0,65 |
| 3 | 1,20 | 1,10 | 1,00 | 0,60 |
| Низкого  уровня | 1 | 1,58 | 1,45 | 1,32 | 0,79 |
| 2 | 1,49 | 1,37 | 1,24 | 0,74 |
| 3 | 1,38 | 1,26 | 1,15 | 0,69 |

Для данной задачи коэффициент *C* равен 1,26. Отсюда следует, что

Далее определяется время, затраченное на каждый этап создания программной системы.

1. Продолжительность подготовки описания задачи (анализа предметной области) берется по фактически отработанному времени и составляет
2. Продолжительность постановки задачи *To* определяется по формуле:

где *B* – коэффициент учета изменений задачи; *K* – коэффициент, учитывающий квалификацию программиста.

ав.2)

Коэффициент *B* может принимать значения в интервале от 1,2 до 1,5 в зависимости от сложности задачи и числа изменений. Для данного проекта коэффициент учета изменений принимается равным 1,35.

Далее выбирается значение коэффициента *K*, учитывающего квалификацию программиста (таблица 7.4).

Таблица 1.4

Значения коэффициента *K*

| **Стаж программиста** | **Значение коэффициента К** |
| --- | --- |
| до 2-х лет | 0,8 |
| от 2 до 3 лет | 1,0 |
| от 3 до 5 лет | 1,1 - 1,2 |
| от 5 до 10 лет | 1,2 - 1,3 |
| свыше 10 лет | 1,3 - 1,5 |

В данном случае коэффициент *K* = 1,1.

Таким образом, продолжительность постановки задачи равна

1. Продолжительность разработки алгоритма определяется по формуле:
2. Продолжительность разработки блок-схемы определяется аналогично .
3. Время написания программы определяется по формуле:
4. Продолжительность набивки программы определяется по формуле:

7. Продолжительность отладки и тестирования определяется по формуле:

8. Время оформления документации , а именно руководства пользователя и руководства администратора, берется по факту и составляет:

Зная время, затраченное на каждом этапе, можно посчитать общее время создания программной системы по формуле:

Удельный вес этапов разработки представлен на рис. 7.1.

Рис. 7.1 Структура временных затрат на разработку проекта

## Расчет затрат на разработку программной системы

Затраты на разработку программной системы включают следующие составляющие.

1. Заработная плата исполнителя работ по созданию программного продукта.
2. Начисления на заработную плату (единый социальный налог).
3. Расходы на содержание и эксплуатацию ЭВМ.

Ниже будет рассмотрена каждая из составляющих.

### Расчет заработной платы исполнителя работ по созданию программного продукта

Рассчитаем заработную плату программиста, которая определяется по формуле

где ‑ месячная зарплата исполнителя 1-го разряда, руб.; – тарифный коэффициент, соответствующий разряду тарифной сетки, по которому работает исполнитель; – общее время на создание программного продукта, чел./ час.; – число рабочих дней в месяце; ‑ продолжительность рабочего дня, час.; ‑ процент премии.

= 12000 руб.; = 1; = 1096,37чел./час.; = 22 дня; = 8 ч.; = 30%.

Дополнительная заработная плата берется в размере 15% от основной:

Общая заработная плата будет равна сумме основной и дополнительной заработных плат.

### Расчет начислений на заработную плату

Зная общую заработную плату исполнителя работ по созданию программной системы, можно подсчитать единый социальный налог, который составляет 34%. Структура единого социального налога и расчеты приведены ниже (таблица 7.5).

Таблица 1.5

Структура единого социального налога

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **№** | **Направленность**  **отчислений** | **Процент от**  **ЗПобщ.** | **Сумма (руб.)** |
| 1 | Отчисления на соц. страх. | 2,9% | 3240,9 |
| 2 | Отчисления на мед. страх. | 5,1% | 5699,5 |
| 3 | Отчисления в пенсионный фонд. | 22% | 24586,1 |
|  | Итого: | 30% | 33526,5 |

### Расчет расходов на содержание и эксплуатацию ЭВМ

**Расчет себестоимости одного машино-часа работы ЭВМ**.

Основой для расчета расходов на содержание и эксплуатацию ЭВМ, относящихся к данному программному продукту, является себестоимость одного машино-часа работы ЭВМ. При его определении необходимо учесть следующие составляющие.

Основная заработная плата работников, обеспечивающих функционирование ЭВМ. К числу данных работников относятся:

* инженер-электронщик;
* системный программист.

Основная заработная плата каждого из работников определяется по формуле

где – месячная заработная плата, руб.; – количество ЭВМ, обслуживаемых одним работником.

Для инженеров-электронщиков: – 12000 руб.; 10. Тогда основная плата инженера-электронщика составляет:

Для системных программистов: – 12000 руб.; 10. Тогда основная плата системного программиста составляет:

Теперь необходимо определить суммарную заработную плату работников, обеспечивающих функционирование ЭВМ:

Дополнительная заработная плата берется в размере 15% от основной и составляет:

Общая заработная плата равна сумме основной и дополнительной заработных плат и составляет:

Начисления на заработную плату обслуживающего персонала в год составляют:

Далее необходимо вычислить основную заработную плату вспомогательного персонала (уборщица, убирающая помещения):

Дополнительная заработная плата вспомогательного персонала берется в размере 15% от основной и составляет:

Общая заработная плата вспомогательного персонала равна сумме основной и дополнительной заработных плат и составляет:

Начисления на заработную плату вспомогательного персонала составляют:

Амортизационные отчисления определяются в размере 25% от балансовой стоимости ЭВМ и определяются по формуле:

где – балансовая стоимость одной ЭВМ с периферией (составляет 25000 руб.). Тогда:

Затраты на эл. энергию складываются из:

* затрат на силовую эл. энергию;
* затрат на эл. энергию, которая идет на освещение.

Затраты на силовую эл. энергию определяются по формуле:

где – эффективный годовой фонд времени работы ЭВМ, час.; – стоимость одного 1 кВт/часа, руб.; – суммарная мощность ЭВМ с периферией, кВт/час.

При работе в 1 смену берем равный 1920 часов; – 2,42 руб. за 1 кВт/час (для бюджетных организаций); – 0,7-1,9 кВт/час (в зависимости от перифирии).

Таким образом затраты на силовую эл. энергию составляют:

Затраты на эл. энергию, которая идет на освещение определяются по формуле

где – суммарная мощность, которая идет на освещение, кВт/час (составляет 0,2 кВт/час).

Таким образом:

Тогда суммарные затраты на эл. энергию составляют:

Расходы на профилактику составляют 2% от балансной стоимости ЭВМ с периферией и определяются по формуле:

Затраты на отопление площадей определяются по формуле:

где – расходы на отопление на 1 м2, руб. (составляют 8,2 руб. в месяц); S – площадь помещения для одной ЭВМ, м2 (6 м2).

Тогда:

Затраты на обслуживание производственных площадей определяются по формуле:

где – затраты на обслуживание 1 м2 помещения, руб. (200 руб. в месяц).

Тогда:

Прочие производственные расходы берутся в размере 30% от основной заработной платы работников, обеспечивающих функционирование ЭВМ, и составляют:

В ходе проведенных выше расчетов были получены следующие данные о расходах в год в пересчете на содержание одной ЭВМ (таблица 7.6).

Таблица 1.6

Расходы на содержание одной ЭВМ в год

| **Вид расходов** | **Сумма, руб.** |
| --- | --- |
| Затраты на обслуживающий персонал (с ЕСН) | 31574,4 |
| Затраты на вспомогательный персонал (с ЕСН) | 3946,8 |
| Амортизационные отчисления на одну ЭВМ | 6250 |
| Затраты на электроэнергию | 5575,68 |
| Затраты на профилактику ЭВМ | 500 |
| Затраты на отопление | 590,4 |
| Затраты на обслуживание производственных площадей | 14400 |
| Прочие расходы | 6336 |
| **Итого, годовые расходы на эксплуатацию одной ЭВМ** | **69173,28** |

Структура себестоимости одного машино-часа работы ЭВМ представлена на рис. 7.2.

Рис. 7.2 Структура себестоимости одного машино-часа работы ЭВМ

Далее определяются общие годовые расходы на содержание одной ЭВМ:

После этого определяется стоимость одного машино-часа работы ЭВМ по формуле:

### Расчет расходов на содержание и эксплуатацию ЭВМ, относящихся к данному программному продукту

Теперь, зная себестоимость одного машино-часа работы ЭВМ и время на создание программного продукта, которое требовало использования ЭВМ, можно определить расходы на содержание и эксплуатацию ЭВМ, относящихся к данному программному продукту:

### Расчет себестоимости программного продукта

В себестоимость программного продукта входят следующие элементы:

* заработная плата исполнителей работ по созданию программного продукта;
* начисления на заработную плату;
* расходы на содержание и эксплуатацию ЭВМ, относящихся к данному программному продукту;
* прочие расходы.

Первые три элемента нам уже известны, а прочие расходы составляют 10% от суммы первых трех элементов:

Сложив все компоненты можно определить себестоимость программного продукта:

Данные о затратах приведены ниже (таблица 7.7).

Таблица 1.7

Смета затрат на разработку программного продукта

|  |  |
| --- | --- |
| **Вид затрат** | **Сумма, руб.** |
| Заработная плата исполнителей работ по созданию программного продукта | 111754,99 |
| Начисления на заработную плату | 33526,5 |
| Расходы на содержание и эксплуатацию ЭВМ, относящихся к данному программному продукту | 40127,14 |
| Прочие расходы | 18540,86 |
| **Итого** | **203949,49** |

Структура затрат на разработку программного продукта представлена на

рис. 7.3.

Рис. 7.3 Структура затрат на разработку программного продукта

## Расчет цены программного продукта

Цена складывается из нескольких компонентов и определяется по формуле:

где С – себестоимость программного продукта, С = 203949,49 руб.; П – прибыль которая берется в размере 40% от себестоимости, П = 81579,8 руб.; НДС – налог на добавленную стоимость, который берется в размере 18% от суммы себестоимости и прибыли, НДС = (203949,49 + 81579,8)\*0,18 = 51395,27 руб.

Таким образом:

При минимальном плане реализации в 4 копии программного продукта рассчитывается цена одной копии программы:

## Сравнение с программными системами схожего направления

В результате сравнения с системами схожего направления были выявлены следующие преимущества.

1. Запуск задач и управление файлами происходит посредством веб-интерфейса. Это позволяет студентам и научным работникам ускорить и упростить работу с программной системой, так как для работы с ней требуется только браузер. В других же системах требуется дополнительное программное обеспечение, такое как *FTP*-клиент и *SSH*-клиент, которое требует дополнительных усилий и временных затрат на освоение и работу с ними.

2. Основным преимуществом разработанной подсистемы удаленного доступа к кластеру является свободный доступ для студентов и научных работников БГТУ. Аналогичные системы таких возможностей не предоставляют.

3. Просмотр отчетности по работе посредством веб-интерфейса так же позволяют ускорить работу. Это достигается за счет того, что в разработанной подсистеме вся отчетность о выполняемой задаче собирается на отдельной странице, и в любой момент времени пользователь может её просмотреть. В свою очередь в системах схожего направления для решения подобных задач необходимо писать дополнительный программный код в каждой из выполняемых задач.

Результаты сравнения сведены ниже (таблица 1.8).

Таблица 1.8

Сравнение с программными системами схожего направления

| **Критерии / Аналоги** | **Вычислительный комплекс НИВЦ МГУ** | **«СКИФ-политех»** | **Суперкомпьютер «Сергей Королев»** | **Кластер ННГУ** | **Разработанная программная подсистема** |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Запуск задач** | SSH2 | SSH2 | SSH2 | Веб-интерфейс | Веб-интерфейс |
| **Управление файлами** | SFTP/SCP | SFTP | SFTP | Веб-интерфейс | Веб-интерфейс |
| **Доступ для студентов БГТУ** | - | - | - | - | + |
| **Просмотр отчетности по работе** | - | - | - | + | + |

## Вывод

В ходе работы выяснилось, что для разработки системы организации параллельных вычислений на кластере при использовании удаленного доступа необходимо 1096,37 человеко-часов времени. Себестоимость разработки составляет 203949,49 рублей.

Так же было рассчитано, что для достижения заданного уровня прибыли (в 40% от себестоимости) необходимо продать минимум 4 копии программы по цене 84231,14 рублей за копию.

В результате проведенного исследования можно сделать вывод о том, что разработка программной системы является актуальной и экономически обоснованной.

Созданная программная подсистема позволяет организовать удаленный доступ к кластерным системам, за счет чего повышается удобство и скорость работы с такими системами.