1. экономическое обоснование разработки системы

В дипломном проекте разработана автоматизированная система программирования однокристальных микроконтроллеров.

В разделе 1.2 функции разрабатываемой АС рассмотрены более подробно. Рассмотрим основные из них:

1. Настройка системы на выполнение основных процедур:

* многоканальное измерение напряжения, частоты, временного интервала;
* формирование аналогового сигнала в виде уровней напряжения;
* формирование сигналов заданной частоты и скважности, импульсов требуемой длительности;
* анализ и формирование дискретных сигналов;
* обработка измерительной информации в соответствии с заданными алгоритмами;
* организация обмена в соответствии с протоколом, используемым фирмой ICP DAS;

1. создание проекта, его редактирование и анализ ошибок;
2. компиляция проекта;
3. отладка проекта на эмуляторе VMLab;
4. отладка проекта на промышленном контроллере HISTAR ATMega 8535.

Подробно аналоги АС рассмотрены в разделе 1.3. В этом разделе рассматриваются разнообразные средства, позволяющие разрабатывать и отлаживать ПО для микроконтроллеров, повышающие эффективность труда разработчика. Это средства следующих типов:

* внутрисхемные эмуляторы;
* программные симуляторы;
* оценочные платы;
* мониторы отладки;
* эмуляторы ПЗУ.

Самым мощным и функциональным средством отладки являются внутрисхемные эмуляторы, но они имеют существенный недостаток ­– высокую цену. Более дешёвым и практически не уступающим по функциональности является использование симулятора и оценочного модуля.

В настоящее время наиболее популярны интегрированные среды разработки, или студии, включающие в свой состав редакторы текстов программ, отладчики, симуляторы, компоновщики, программаторы.

Применительно к контроллерам фирмы Atmel, такими средствами разработки являются Avr Studio с компилятором Avr Asm самой компании Atmel, программаторы Avr Real, Pony Prog, Chip Prog, PicProg, среды разработки Project Avr, Algorithm Builder, Vmlab, Proteus.

Наиболее функциональными и удобными среди них являются Proteus и Vmlab, причём Vmlab является полностью бесплатным, в отличие от Proteus. Поэтому логично использовать именно Vmlab в качестве интегрированной среды разработки для контроллера.

Возможно также использование графической среды программирования, такой как Algorithm Builder. Преимущества хороших графических сред программирования очевидны: это легкость освоения и быстрота разработки. К сожалению Algorithm Builder является требовательной к квалификации пользователя и знанию конкретных особенностей программирования для ОМК.

Ввод системы в эксплуатацию предполагает получение положительного экономического эффекта за счет уменьшения затрат на заработную плату при сокращении количества рабочих мест, а также за счёт повышения производительности труда персонала. Основной же задачей, стоявшей при проектировании системы, было снижение временных затрат персонала и трудоёмкости процесса учёта.

Чтобы доказать целесообразность создания АС, необходимо провести расчет следующих показателей системы:

* единовременных затрат на создание;
* единовременных затрат на внедрение;
* текущих затрат на обеспечение функционирования системы;
* экономических результатов от внедрения.

По результатам этих расчетов определяется экономическая эффективность разработки системы.

* 1. Планирование и организация процесса разработки

Планирование и организация процесса разработки выполнены по следующему плану:

составлен перечня работ по разработке;

определен состав и количество исполнителей каждой работы;

установлена последовательность и взаимосвязь работ;

определены трудоемкость и продолжительность каждой работы;

составлен план-график выполнения работ.

Трудоемкость выполнения каждой работы оценивается экспертным путем в человеко-днях, и носит вероятностный характер, так как зависит от множества трудно учитываемых факторов, поэтому применяются оценки:  
аj — минимально возможной трудоемкости выполнения отдельных видов работ, bj — максимально-возможной, mj — наиболее вероятной.

По этим величинам оценивается ожидаемое значение трудоемкостей по формуле:

. (10.1)

Экспертные оценки и расчетные величины трудоемкости и продолжительности приведены в таблице 10.1.

Таблица 10.1 - Оценка трудоемкости отдельных видов работ

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Вид работ | Оценка трудоемкости, чел.-дн. | | | Ожидаемая трудоёмкость, чел.-дн. |
| aj | mj | bj | trj |
| 1. Изучение предметной области и определение перечня задач, реализуемых АС | 10 | 20 | 30 | 20 |
| 2. Разработка технического задания на АС | 5 | 10 | 20 | 10,83 |
| 3. Разработка структуры программного обеспечения | 10 | 15 | 20 | 15 |
| 4. Разработка алгоритмов | 10 | 20 | 30 | 20 |
| 5. Разработка пользовательского интерфейса | 20 | 30 | 40 | 30 |
| 6. Тестирование и отладка системы | 10 | 15 | 30 | 15 |
| 7. Разработка документации | 4 | 5 | 6 | 5 |

Продолжительность каждой работы в днях  определяется по следующей формуле:

, (10.2)

где  - численность исполнителей, чел.

Наименования работ по проектированию автоматизированной системы, входящих в нее задач, взаимосвязи работ, исполнители, трудоемкость и длительность заносятся в сводную таблицу для планирования работ (таблица 10.2).

Таблица 10.2 – Сводная таблица для планирования работ

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Наименование работы | Какие  работы нужно выполнить перед данной | Исполнители | | Трудоем-  кость работы, чел.-дн. | Продолжи-  тельность работы, дн. |
| Должность | Кол-во |
| 1. Изучение предметной области и определение перечня задач, реализуемых АС | - | Программист | 1 | 20 | 20 |
| 2. Разработка технического задания на АС | 1 | Программист | 1 | 11 | 11 |
| 3. Разработка структуры программного обеспечения | 2 | Программист | 1 | 15 | 15 |
| 4. Разработка алгоритмов | 3 | Программист | 1 | 20 | 20 |
| 5. Разработка пользова-тельского интерфейса | 4 | Программист | 1 | 30 | 30 |
| 6. Тестирование и отладка системы | 5 | Программист | 1 | 15 | 15 |
| 7. Разработка документации | 6 | Программист | 1 | 5 | 5 |

Таким образом, длительность разработки составит 116 дней.

План-график разработки системы (рисунок 10.1) имеет линейно-последовательный вид, поскольку все работы проведены одним исполнителем и, соответственно, те работы, которые могли бы выполняться параллельно, на практике осуществлялись последовательно.

Рисунок 10.1 – План-график разработки АС

* 1. Расчет затрат на разработку

Укрупненный расчет затрат на разработку АС выполняется по формуле:

, (10.3)

где  – фонд основной заработной платы разработчиков, р.;

 — коэффициент дополнительной зарплаты;

 — коэффициент отчислений на социальные нужды от основной и дополнительной заработной платы;

 — коэффициент накладных расходов организации, разрабатывающей проект;

— коэффициент прочих расходов;

 — машинное время, затраченное для отладки программного обеспечения, ч.;

 — стоимость машино-часа работы ЭВМ, р.

Укрупненный расчет фонда основной заработной платы исполнителей работ по разработке произведем по формуле:

, (10.4)

где  – суммарная трудоемкость работ по разработке, чел.ч. (чел.-дн.);

 – тарифная ставка часовая (дневная) разработчиков и других исполнителей работ, р.;

 – количество дней рабочего времени разработчиков;

 р.

Себестоимость машино-часа работы комплекса средств автоматизации (КСА) определяется по формуле:

, (10.5)

где  – затраты на заработную плату обслуживающего персонала с учетом всех отчислений, р.

 – годовая сумма амортизации, р.;

 – затраты на электроэнергию, р.;

 – затраты на материалы в год, р.;

 – накладные расходы, р.;

 – действительный годовой фонд времени работы КСА, ч.

Расчет затрат на заработную плату обслуживающего персонала производится по формуле:

 р., (10.6)

где  − количество работников, один специалист тратит на обслуживание одной ЭВМ примерно 1/20 своего времени;

 - месячный оклад работника, р.;

 - коэффициент, учитывающий дополнительную заработную плату;

 - коэффициент, учитывающий отчисления на социальные нужды.

Годовые амортизационные отчисления по КСА считаются по формуле:

 р., (10.7)

где  – стоимость ПК и прочего оборудования, входящего в КСА, используемого при отладке, р.;

 – норма амортизации, %.

Затраты на электроэнергию в год  определяются следующим образом:

 р. (10.8)

где  - установленная мощность, кВт;

 - стоимость силовой электроэнергии, р./кВт;

 - время в течение года, когда КСА потребляет электроэнергию, ч.

Затраты на текущие ремонты  и на материалы  при укрупненном расчете можно принять:  р.

В накладные расходы включаются затраты на оплату труда административно-управленческого персонала, содержание площадей, затраты на отопление, освещение и прочие:

 р.

Фонд времени  устанавливается, исходя из номинального фонда времени и времени профилактики оборудования и ремонтов:

 ч. (10.9)

где  – продолжительность смены, ч.;

 – количество смен;

 – число рабочих дней в году, дн.;

 – время ремонтов и профилактики оборудования в год, ч.

Отсюда, себестоимость машино-часа работы КСА:

 р.

Затраты на разработку АС:

 р.

Результаты расчета затрат на разработку системы приведены в таблице 10.3.

Таблица 10.3 - Результаты расчета затрат на разработку АС

|  |  |
| --- | --- |
| Параметр | Значение |
| Фонд основной заработной платы , р. | 110476,19 |
| Годовые амортизационные отчисления по КСА , р. | 4500 |
| Затраты на электроэнергию в год , р. | 2534,4 |
| Затраты на текущие ремонты  и на материалы , р. | 1080 |
| Накладные расходы , р. | 10000 |
| Фонд времени , р. | 2069,6 |
| Себестоимость машино-часа работы КСА , р. | 16,40 |
| Суммарные затраты на разработку АС , р. | 258156,34 |

* 1. Расчет-прогноз минимальной цены разработки АС

Минимальная цена разработки АС  складывается из полных затрат на разработку  и минимально необходимой суммы прибыли , размер которой позволял бы на минимальном уровне осуществить самофинансирование разработчика после всех обязательных платежей и выплаты налогов.

, (10.10)

Сумма прибыли  рассчитывается, исходя из планируемого минимального уровня рентабельности затрат разработчика:

, (10.11)

где  - минимальный уровень рентабельности, %.



 р. – цена разработки при минимальном уровне рентабельности 25%.

Тогда прибыль равна:  р.

* 1. Оценка безубыточности и расчет целесообразного объема продаж

Система является тиражируемой и несколько экземпляров может быть продано в одну крупную компанию, занимающейся разработкой ПО**.** В Самаре находится как минимум четыре крупные компании, разрабатывающие тиражируемое ПО для микроконтроллеров: АТМ-Сервис, ТМ-Сервис, Самаранефтеавтоматика, Лискон, РН-Информ.

Для анализа целесообразности затрат на разработку необходимо применить метод анализа безубыточности проекта и рассчитать целесообразный объем продаж.

Метод анализа заключается в том, чтобы выявить точку безубыточности (ТБ). Под ней подразумевается точка кривой (прямой), показывающей рост объема продаж в системе двух координатных осей, в которой доходы от продажи равны суммарным затратам (прибыль разработчика равна нуля). Для анализа безубыточности необходимы следующие данные:

затраты (единовременные) на разработку АС КП, р.;

затраты на рекламу, сопровождение на одну сделку S1=3000 р.;

цена продажи Z, р.

Объем продаж в стоимостном выражении Q является функцией от количества продаж N и рассчитывается по формуле:

*Q (N) = Z × N*, (10.12)

Суммарные затраты на разработку и реализацию проекта определяются по формуле:

*S (N) = КП + S1 × N*, (10.13)

Точка безубыточности ТБ находится из соотношения:

*Q (NТБ) = S (NТБ)*, (10.14)

или

*Z ⋅ NТБ = КП + S1 × NТБ*, (10.15)

откуда

, (10.16)

На рынке программных продуктов представлен ряд систем, позволяющих решать те же задачи, что и разрабатываемая. Цены на некоторые из них приведены в таблице 10.4.

Таблица 10.4 - Цены на аналогичные программные продукты

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Название системы | Цена | Сайт компании-разработчика |
| Proteus | До 3495 евро | www.labcenter.co.uk |
| MatLab | От 1900 долл. США | www.prodigixsoftware.com |

Преимущество данной системы состоит в более низкой по сравнению с аналогами стоимости и ориентированности на отечественный бизнес, что позволит упростить внедрение системы и сэкономить значительные средства из бюджета компании.

Примем цену продажи Z = 40000 р., затраты на рекламу S1= 3000 р.

Тогда  (шт)

Получили, что минимальное число копий, необходимое для достижения точки безубыточности, равно 7.

Затраты на разработку считаются эффективными, если доходы покроют все затраты на разработку, продажу и будет получена минимально необходимая сумма прибыли Пmin. Поэтому рассчитывается целесообразный объем продаж Nц из соотношения:

Z Nц ≥ (Кп + S1 Nц) + Пmin , откуда

 (10.17)

В нашем случае (шт)

Значит минимальное число копий, необходимое для достижения заданной рентабельности равно 9.

Рассчитаем суммарные затраты на разработку и реализацию и сведем в таблицу 10.4 и построим графики зависимости объема продаж Q и суммарных затрат S от количества копий N. Графики представлены на рисунке 10.2.

Таблица 10.4 – Анализ затрат на разработку и реализацию для различного объёма продаж

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Количество копий N, шт. | Объем продаж в стоимостном выражении Q(N), р. | Суммарные затраты на разработку и реализацию S(N), р. |
| 0 | 0 | 258156 |
| 1 | 40000 | 261156 |
| 2 | 80000 | 264156 |
| 3 | 120000 | 267156 |
| 4 | 160000 | 270156 |
| 5 | 200000 | 273156 |
| 6 | 240000 | 276156 |
| 7 | 280000 | 279156 |
| 8 | 320000 | 282156 |
| 9 | 360000 | 285156 |
| 10 | 400000 | 288156 |

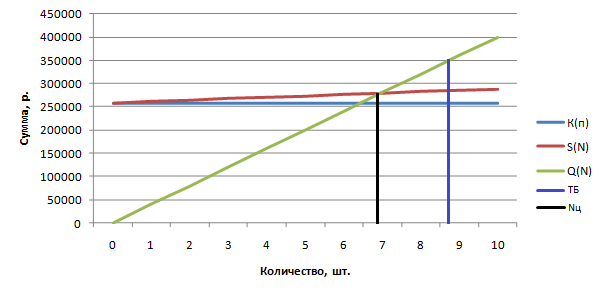


Рисунок 10.2 – График безубыточности

Проведем анализ безубыточности для разных уровней цены продаж. Результат представлен в таблице 10.5.

Таблица 10.5 – Анализ безубыточности и безубыточного объёма продаж для разных уровней цены продаж

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Цена продажи, Z, руб | Nтб, шт | Nц, шт |
| 20000 | 15 | 19 |
| 25000 | 12 | 15 |
| 30000 | 10 | 12 |
| 35000 | 8 | 10 |
| 40000 | 7 | 9 |
| 45000 | 6 | 8 |
| 55000 | 5 | 6 |
| 60000 | 5 | 6 |
| 75000 | 4 | 4 |
| 80000 | 3 | 4 |

* 1. Расчет единовременных затрат на внедрение АС

Единовременные затраты на внедрение АС включают затраты на  
приобретение проекта, капитальные затраты на комплекс технических средcтв (КТC), а также расходы на установку КТС, его монтаж и наладку. Следует отметить, что при расчете эффективности конкретной системы величина капитальных затрат Кi определяется пропорционально доле времени использования средств автоматизации в данной системе δi. Это объясняется тем, что один и тот же комплекс средств автоматизации может использоваться в работе нескольких систем. Поэтому единовременные затраты на внедрение i-й системы Кi определяются по формуле:

, (10.18)

где  — затраты на приобретение проекта АС с учетом затрат на адаптацию и обучение персонала;

 — величина капитальных затрат;

 — коэффициент участия КСА.

Величина капитальных затрат определяется по формуле:

, (10.19)

где , р. - сметная стоимость КТС, в которую входит стоимость: системного блока, монитора, клавиатуры и мыши;

 р. - затраты на установку, монтаж и запуск КТС в работу

 р. - транспортно-заготовительные расходы.

Капитальные затраты составят:

 р.

Таким образом, единовременные затраты на внедрение составят:   
 р.

* 1. Расчет текущих затрат на функционирование АС

Текущие затраты на функционирование системы рассчитываются путем определения суммарных затрат, вызываемых решением комплекса задач (процедур) АС и общесистемных затрат по формуле:

, (10.20)

где  − общесистемные затраты за год, р./год.

 - затраты, при решении i-ой задачи АС, р./год;

 - число задач, решаемых в течение года.

Затраты  могут быть рассчитаны по формуле:

, (10.21)

где  − годовые затраты на заработную плату специалистов, решающих данную задачу с учетом всех начислений в условиях АС, р.;

 − стоимость работы комплекса средств автоматизации по данной задаче, р./год.

Затраты, связанные с работой КСА по данной задаче,  могут быть рассчитаны по формуле:

 (10.22)

где  − себестоимость часа работы КСА, руб./ч.;

 − время решения задачи с использованием КСА в год, ч.

Себестоимость машино-часа работы КСА определяется по формуле:

,

 р.,

, где  – затраты на заработную плату обслуживающего персонала с учетом всех отчислений, р.;

 ­– годовая сумма амортизации, р.;

 – затраты на силовую электроэнергию, р.;

 – затраты на материалы в год, р.;

 – накладные расходы, р.;

 – действительный годовой фонд времени работы ПК, ч.

Отсюда,  р.

Так как системные затраты , то годовые текущие затраты на функционирование АС  р.

* 1. Расчет экономических результатов от внедрения АС

Для оценки экономических результатов от внедрения АС необходимо выявить ее влияние на конечные результаты деятельности предприятия (организации).

Годовая экономия от внедрения АС Эг определяется по формуле:

, (10.23)

где  - количество статей затрат, по которым может быть получена экономия;

 - экономия по i-ой статье затрат, т.р.;

 - годовые затраты на функционирование АС.

 руб.

Таким образом, годовая экономия от внедрения рассматриваемой задачи в рамках АС  будет равна:  р.

* 1. Оценка экономической эффективности единовременных затрат

Для оценки эффективности затрат на внедрение АС применим метод расчета чистой дисконтированной стоимости.

Чистая дисконтированная стоимость – это суммарный эффект за период функционирования капиталовложений с учетом приведения всех результатов и затрат к начальному году (дисконтирование с помощью расчетной ставки процента).

Чистая дисконтированная стоимость ЭI рассчитывается по формуле:

, (10.24)

где Т — период функционирования проекта, г.;

Kj — инвестиционные затраты в j-м году, т.р.;

Эjг — экономический результат (экономия, прибыль и амортизация) в j-м году, т.р.;

δj — коэффициент дисконтирования для года j.

Коэффициент дисконтирования δj можно рассчитать по формуле:

, (10.25)

Реальная ставка процента ir  рассчитывается по формуле:

, (10.26)

где in – номинальная ставка процента;

In – уровень инфляции.

Номинальная ставка процента равна 25% годовых, уровень инфляции 12%. Значит, реальная (расчетная) ставка процента равна:



Расчеты чистого интегрального эффекта представлены в табл. 10.6.

Таблица 10.6 - Расчет чистой дисконтируемой стоимости

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Годы | Инвестиц. затраты, р. | Добавоч-ная прибыль, р. | Ряд платежей и поступл. р. | Расчетная процентная ставка 11,61% | |
| Коэффициент дисконтирования | Текущая дисконтир. стоимость, р. |
| 2010 | 258156 | 0 | -258156 |  | -258156 |
| 2011 | 0 | 298528 | +298528 | 0,892 | +266286 |
| 2012 | 0 | 298528 | +298528 | 0,797 | +237926 |
| 2013 | 0 | 298528 | +298528 | 0,711 | +212253 |
| Всего | 258156 | 895584 | 637427 |  | 458310 |

Воспользуемся методом полного возмещения капитальных вложений для расчета периода времени, в течение которого происходит полное возмещение инвестированных средств. Этот период называется сроком окупаемости капитальных затрат, он определяется из условия:

Эjг ×δj = K , (10.27)

где К – капитальные вложения, Эi – интегральный эффект.

На рисунке 10.3 представлен график интегрального эффекта от внедрения АС за год.

Рисунок 10.3 – Интегральный эффект от внедрения системы за год

Интегральный эффект составил , поэтому затраты на внедрение АС можно считать эффективными.

Срок окупаемости проекта составляет 11 месяцев, что меньше среднего срока окупаемости аналогичных систем.