

7 ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ РАЗРАБОТКИ АППАРАТНО-ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА МОБИЛЬНОГО РОБОТА

7.1 Характеристика аппаратно-программного комплекса

Целью данного проекта является разработка аппаратно-программного комплекса мобильного робота. Причиной разработки данного комплекса стала необходимость тестирования алгоритмов позиционирования робота через внешний блок управления.

На сегодняшний день существует огромное количество областей, в которых используются мобильные роботы. В основном военная и промышленная деятельности. Данный проект предназначен для использования в мирных целях, для тестирования различных систем слежения за движущимися предметам и для использования в бытовых условиях.

Данный проект позволит значительно снизить временные затраты человека, значительно увеличит его производительность. Потенциальным пользователем, как уже понятно, может быть любой человек, желающий получить многофункциональное устройство. Следовательно, производится разработка аппаратно-программного комплекса для свободной реализации на рынке. Для удобства управления данным устройством разработано программное средство, с помощью которого можно управлять платформой и получать данные с датчиков.

Для оценки экономической эффективности разработанного аппаратно-программного проекта проводится расчет затрат на разработку системы, оценка прибыли от продажи одной такой системы и расчет показателей эффективности инвестиций в разработку аппаратно-программного комплекса.

7.2 Расчет затрат на разработку аппаратно-программного комплекса

7.2.1 Расчет себестоимости аппаратной части

1. Расчет затрат на сырьё и материалы представлен в таблице 7.1

Таблица 7.1 – Расчёт затрат на материалы

Наименование материала	Единица измерения	Норма расхода на единицу продукции	Оптовая цена за единицу, руб.	Сумма, руб
1. Припой	кг	0,15	36	5,4
2. Канифоль	кг	0,08	73,1	5,9

3.Флюс глицериновый	л	0,25	4,96	1,24
4. Лист ДВП	м ²	0,7	5	3,5
5.Скотч двухсторонний	м	0,3	0,7	0,21
Итого				16,25
Всего с учетом транспортных расходов (20%)				19,5

2. Расчет затрат на покупные комплектующие изделия и аппаратные модули представлен в таблице 7.2.

Таблица 7.2 - Расчёт затрат на покупные комплектующие изделия и аппаратные модули

Наименование комплектующих аппаратных модулей	покупных изделий и	Количество на изделие, шт.	Цена за единицу руб.	Сумма, руб.
1. Arduino UNO		1	24	24
2. Мотор-драйвер L298N		1	35	35
3. Мотор-редуктор		4	16	64
4. Wi-Fi модуль NodeMcu Lua v.3		1	39	39
5. Аккумуляторы		3	12	36
6. Бокс для аккумуляторов		1	11	11
7. Провода «папа-мама», «мама-папа»		20	0,19	3,8
Всего				212,8
Всего с учетом транспортных расходов (20%)				255,36

7.2.2 Расчет сметы затрат на разработку и отпускной цены программного средства

1. Определение объема и трудоемкости программной части

Общий объем программной части определяется на основе информации о функциях, количестве и объеме функций, разрабатываемой программной части, по формуле:

$$V_0 = \sum_{i=1}^n V_i, \quad (7.2.1)$$

где n – общее число функций;

V_i – объем i-ой функции программной части (количество строк

исходного кода (LOC)).

Уточненный объем программного средства по формуле:

$$V_y = \sum_{i=1}^n V_{yi}, \quad (7.2.2)$$

где V_{yi} – уточненный объем i -й функции программной части (LOC).

Определение общего объема программного средства представлено в таблице 7.3.

Таблица 7.3 – Расчет общего объема программной части

Номер функции	Наименование (содержание функции)	Объем функции (LOC)	
		по каталогу	уточненный
101	Контроль, предварительная обработка и ввод информации	550	520
304	Управление файлами	1100	505
503	Управление внешними устройствами и объектами	5900	3100
707	Графический вывод результатов	650	370
Итого общий объем программного средства		8200	4495

В связи с использованием более совершенных средств автоматизации объемы функций были уменьшены и уточненный объем программного средства составил 4495 LOC вместо 8200 LOC.

Программный модуль относится к третьей категории сложности, и, следовательно, согласно предоставленным данным таблиц, нормативная трудоемкость составит 190 чел./дн.

Нормативная трудоемкость служит основой для определения общей трудоемкости разработки программного средства, который определяется по формуле:

$$T_o = T_n \cdot K_c \cdot K_t \cdot K_n, \quad (7.2.3)$$

где T_n – нормативная трудоемкость разработки программного средства (140 чел./дн.);

K_c – коэффициент, учитывающий сложность программного средства, который рассчитывается по формуле:

$$K_c = 1 + \sum_{i=1}^n K_i, \quad (7.2.4)$$

где n – количество учитываемых характеристик;

K_i – коэффициент, соответствующий степени повышения сложности программного средства за счет i -ой характеристики;

K_T – поправочный коэффициент, учитывающий степень использования при разработке стандартных модулей;

K_N – коэффициент, учитывающий степень новизны программного средства.

Программное средство обеспечивает интерактивный доступ и хранение, ведение и поиск данных в сложных структурах, соответственно, применяются K_i коэффициент 0,06. Коэффициент сложности составит

Следовательно, коэффициент сложности составит:

$$K_c = 1 + 0,13 = 1,13.$$

Коэффициенты использования стандартных модулей и новизны программного средства, составят $K_T = 0,6$ и $K_N = 0,7$ соответственно.

Таким образом, общая трудоемкость разработки программного средства составит:

$$T_o = 190 \cdot 1,13 \cdot 0,6 \cdot 0,7 = 90 \text{ чел./дн.}$$

Срок разработки – 2.5 месяца (0,21 г.).

Численность исполнителей проекта ($Ч_{и}$) рассчитывается по формуле:

$$Ч_{и} = \frac{T_o}{T_p \cdot \Phi_{эф}}, \quad (7.2.5)$$

где $\Phi_{эф}$ – годовой эффективный фонд времени работы одного работника, (дн.);

T_o – общая трудоемкость разработки проекта, (чел./дн.);

T_p – срок разработки проекта, (лет).

Эффективный фонд времени работы рассчитывается по формуле

$$\Phi_{эф} = 365 - П - В - О \quad (7.2.6)$$

Где $П$ – кол-во праздников, не приходящихся на выходные дни;

$В$ – кол-во выходных дней;

$О$ – кол-во дней отпуска.

Эффективный фонд времени работы одного работника составит

$$\Phi_{эф} = 365 - 8 - 104 = 253 \text{ дн.} \quad (7.2.7)$$

Численность разработчиков программного средства составит:

$$Ч_p = \frac{90}{0,21 \cdot 253} = 2 \text{ чел.}$$

Соответственно разработкой программной системы занимаются двое исполнителей: инженер программист 2й категории и руководитель проекта.

2. Расчет основной заработной платы исполнителей

Расчет производится по следующей формуле:

$$З_o = K_{\text{ПР}} \cdot \sum_{i=1}^n T_{\text{ч}_i} \cdot t_i, \quad (7.2.8)$$

где n – количество исполнителей, занятых разработкой программных средств (ПС);

$K_{\text{ПР}}$ – коэффициент премий;

$T_{\text{ч}_i}$ – часовая тарифная ставка i -го исполнителя, руб;

t_i – трудоемкость работ, выполняемых i -ым исполнителем, ч.

Расчет основной заработной платы исполнителей проекта представлен в таблице 7.4.

Таблица 7.4 – Расчет основной заработной платы исполнителей

Категория исполнителя	Эффективный фонд времени работы, дн.	Дневная тарифная ставка, руб.	Тарифная заработная плата, руб.
1. Программист 2 к.	25	3,8	95
2. Руководитель проекта	40	5,2	208
Всего			303
Премия (30%)			90,9
Основная заработная плата			393,3

3. Дополнительная заработная плата исполнителей проекта определяется по формуле:

$$З_d = \frac{З_o \cdot H_d}{100}, \quad (7.2.9)$$

где H_d – норматив дополнительной заработной платы, 10%

После подстановки значений в формулу (7.2.9) дополнительная заработная плата составит:

$$З_d = \frac{393,3 \cdot 10}{100} = 39,33 \text{ руб.}$$

4. Отчисления в фонд социальной защиты населения и на обязательное страхование ($З_{сз}$) определяются в соответствии с действующими законодательными актами по формуле:

$$З_{сз} = \frac{(З_о + З_д) \cdot Н_{сз}}{100}, \quad (7.2.10)$$

где $Н_{сз}$ – норматив отчислений в фонд социальной защиты населения и на обязательное страхование, 34+0,6%.

Размер отчислений в фонд социальной защиты населения и на обязательное страхование составит:

$$З_{сз} = \frac{(393,3 + 39,33) \cdot 34,60}{100} = 149,89 \text{ руб.}$$

5. Расходы по статье «машинное время» включают оплату машинного времени, необходимого для разработки и отладки ПО, которое определяется по нормативам в машино-часах на 100 строк исходного кода в зависимости от характера решаемых задач и типа ПК. Стоимость машино-часа составляет 0,06 руб. Расходы вычисляются по формуле:

$$P_M = Ц_M \frac{V_y}{100} H_{MB} = 0,06 \frac{4495}{100} 12 = 32,4 \text{ руб.} \quad (7.2.11)$$

6. Затраты по статье «Накладные расходы» (P_n), определяются по формуле:

$$P_n = \frac{З_о \cdot H_{pn}}{100}, \quad (7.2.12)$$

где H_{pn} – норматив накладных расходов, 50%.

Накладные расходы составят:

$$P_n = \frac{393,3 \cdot 50}{100} = 196,65 \text{ руб.}$$

Общая сумма расходов по всем статьям сметы (C_p) на аппаратно-программный комплекс рассчитывается по формуле:

$$C_p = З_о + З_д + З_{сз} + P_M + P_n. \quad (7.2.13)$$

Сумма расходов по всем статьям сметы:

$$C_p = 393,3 + 39,33 + 149,89 + 32,4 + 196,55 = 811,44 \text{ руб.}$$

Также к общей сумме расходов следует добавить затраты на материалы, комплектующие и аппаратные модули из таблиц 7.1 и 7.2.

Итого, конечная сумма расходов составляет:

$$C_p = 811,44 + 19,5 + 255,36 = 1086,3 \text{ руб.}$$

7.3 Расчет экономического эффекта продажи аппаратно-программного комплекса

Рассчитаем экономический эффект при разработке аппаратно-программного комплекса для свободной реализации на рынке.

Экономический эффект заключается в получении прибыли от его продажи множеству потребителей. Прибыль от реализации в данном случае напрямую зависит от объемов продаж, цены реализации и затрат на разработку данного комплекса.

Цена одной копии продукта составит 268 руб., предлагаемый объем продаж за год возьмем 10 копий.

При расчёте прибыли от продажи дополнительно учитывается налог на добавочную стоимость (НДС):

$$П_{ед} = Ц - НДС - \frac{З_p}{N} \quad (7.3.1)$$

где Ц – предполагаемая цена (руб.);

НДС – налог на добавочную стоимость (руб.);

З_р – затраты на разработку и реализацию (руб.);

N – количество копий, которое будет куплено за год.

Налог на добавленную стоимость определяется по формуле:

$$НДС = \frac{Ц_{л} * Н_{ДС}}{120} \quad (7.3.2)$$

Налог на добавленную стоимость составит:

$$НДС = \frac{268 * 20}{120} = 44,6 \text{ руб.}$$

Затраты на реализацию примем 5% от расходов на разработку комплекса.

Тогда получим:

$$П_{ед} = 268 - 44,6 - \frac{1086,3 + 1086,3 * 0,05}{10} = 109,3 \text{ руб.}$$

Годовая прибыль по проекту определяется по формуле:

$$\Pi = \Pi_{\text{ед}} \cdot N, \quad (7.3.3)$$

где $\Pi_{\text{ед}}$ – прибыль от продажи одной копии (руб.);

N – количество копий, которое будет куплено за год.

$$\Pi = 109,3 \cdot 10 = 1093 \text{ руб.}$$

Рентабельность затрат рассчитаем по формуле 7.3.4. Проект будет экономически эффективным, если рентабельность затрат на разработку аппаратно-программного комплекса будет не меньше средней процентной ставки по банковским депозитным вкладам.

$$P = \frac{\Pi}{Z_p} \cdot 100\%, \quad (7.3.4)$$

где Π – годовая прибыль (руб.);

Z_p – сумма расходов на разработку и реализацию (руб.).

$$P = \frac{1093}{1086,3 + 1086,3 \cdot 0,05} \cdot 100\% = 96\%, \quad (7.3.5)$$

Учитывая налог на прибыль, можно рассчитать итоговую сумму, которая останется разработчику и будет является его экономическим эффектом:

$$\text{ЧП} = \Pi - \frac{\Pi \cdot N_{\text{приб}}}{100}, \quad (7.3.6)$$

где ЧП – чистая прибыль;

Π – прогнозируемая прибыль;

$N_{\text{приб}}$ – норматив налога на прибыль (18%).

Подставив значения в формулу (7.3.68), определим чистую прибыль:

$$\text{ЧП} = 1093 - \frac{1093 \cdot 18}{100} = 896,$$

Чистая прибыль от реализации аппаратно-программного комплекса (ЧП = 896 рублей) остается организации-разработчику и представляет собой экономический эффект от создания нового аппаратно-программного средства.

7.4 Расчет показателей эффективности инвестиций в разработку аппаратно-программного комплекса

Сравним размер инвестиций в разработку аппаратно-программного продукта и получаемый годовой экономический эффект. Сумма затрат (1086,3 руб.) меньше, чем сумма годового эффекта (1093 руб.), это означает, что инвестиции окупятся менее чем за год. На основе этого рассчитаем рентабельности инвестиций по формуле:

$$P = \frac{Пч}{Сп} \cdot 100\%, \quad (7.4.1)$$

где Пч – чистая прибыль (руб.);

Сп – сумма затрат на разработку (руб.).

По формуле (7.4.1) рентабельность инвестиций равна:

$$P = \frac{896}{1086,3} \cdot 100\% = 82,48\%,$$

В данном разделе была рассчитана себестоимость проекта, на основании которой была сформирована рыночная цена. Был рассчитан экономический эффект для разработчика: чистая прибыль от реализации аппаратно-программного комплекса составила 896 рублей. Кроме этого, была рассчитана экономическая эффективность для заказчика, выраженная в рентабельности инвестиций 82,48%. Стоит отметить, что затраты заказчика окупятся менее, чем за год. Таким образом, учитывая снижение трудоёмкости, значительную экономию затрат, достаточно быстрый срок окупаемости, можно сделать вывод, что проект является полезным и экономически эффективным для заказчика.