

## 5 ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ РАЗРАБОТКИ ПРОГРАММНОГО СРЕДСТВА ДЛЯ ОТЛАДКИ АЛГОРИТМОВ НЕЧЕТКОГО УПРАВЛЕНИЯ МОБИЛЬНЫМИ РОБОТАМИ

### 5.1 Описание функций, назначения и потенциальных пользователей

Программное средство «Программное средство для отладки алгоритмов нечеткого управления мобильными роботами» реализует удобный и простой механизм отладки нечетких контроллеров. Данное программное средство подходит для проведения:

- научно-исследовательской работы;
- отладки прототипов мобильных платформ;
- разработка новых алгоритмов нечеткого управления мобильными платформами;
- лабораторных работ;
- курсовых работ;
- создания демонстрационных материалов;
- изучения нечетких алгоритмов.

Программное средство будет выполнять следующие функции:

- моделирование поведения мобильной платформы;
- визуализация результатов экспериментов;
- автоматизированное обучение нечетких контроллеров;
- оценка сравнительной сложности алгоритмов;
- сравнение эффективности контроллеров.

Разработка и внедрение данного программного средства позволят:

- снизить трудоемкость экспериментов с нечеткими контроллерами;
- снизить стоимость отладки нечетких контроллеров.

Данное программное средство предназначено в первую очередь для научно-исследовательских и образовательных учреждений. Также система может использоваться людьми, связанными с преподаванием специализированных курсов. Основными пользователями системы являются исследователи, студенты и преподаватели.

Экономическая целесообразность инвестиций в разработку и использование данного программного средства осуществляется на основе расчёта и оценки следующих показателей:

- чистая дисконтированная стоимость (ЧДД);
- срок окупаемости инвестиций (ТОК);
- рентабельность инвестиций (РИ).

Целью разработки и использования программного средства является снижение трудоёмкости и стоимости отладки нечетких контроллеров мобильных платформ, что и будет являться результатом от внедрения программного средства.

Разработка программного средства будет осуществляться автором проекта.

## 5.2 Расчёт затрат на разработку ПС

Основная заработная плата исполнителей проекта определяется по формуле

$$З_0 = \sum_{i=1}^n T_{чi} \cdot T_{ч} \cdot \Phi_{эi} \cdot K, \quad (5.1)$$

где  $n$  – количество исполнителей, занятых разработкой ПС;

$T_{чi}$  – часовая тарифная ставка  $i$ -го исполнителя (руб.);

$T_{ч}$  – количество часов работы в день (8 ч);

$\Phi_{эi}$  – эффективный фонд рабочего времени  $i$ -го исполнителя (дней);

$K$  – коэффициент премирования (1,5).

Для разработки программного средства необходимо привлечь следующих специалистов:

- руководитель проекта;
- инженер-программист.

Срок разработки программного средства – 70 дней.

Расчёт основной заработной платы представлен в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Расчёт основной заработной платы

| Исполнитель                  | Кол-во, чел. | Трудоёмкость, дн. | Часовая тарифная ставка, руб. | Основная заработная плата, руб. |
|------------------------------|--------------|-------------------|-------------------------------|---------------------------------|
| Руководитель проекта         | 1            | 20                | 2,7                           | 432,00                          |
| Инженер-программист          | 1            | 70                | 1,7                           | 952,00                          |
| Итого с премией (50%), $З_0$ | -            | -                 |                               | 2076                            |

Дополнительная заработная плата исполнителей проекта определяется по формуле

$$З_д = \frac{З_0 \cdot Н_д}{100}, \quad (5.2)$$

где  $Н_д$  – норматив дополнительной заработной платы (10%)

Дополнительная заработная плата составит:

$$З_д = 2076 \cdot 10/100 = 207,6 \text{ руб.}$$

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

$$З_{СЗ} = \frac{(З_0 + З_д) \cdot Н_{СЗ}}{100}, \quad (5.3)$$

где  $Н_{СЗ}$  – норматив отчислений в фонд социальной защиты населения и на обязательное страхование (35%).

$$З_{СЗ} = (2076 + 207,6) \cdot 35/100 = 799,26 \text{ руб.}$$

Расходы по статье «Машинное время» ( $P_M$ ) включают оплату машинного времени, необходимого для разработки и отладки ПС, и определяются по формуле

$$P_M = Ц_M \cdot T_ч \cdot C_P, \quad (5.4)$$

где  $Ц_M$  – цена одного часа машинного времени (м-ч, 1,0 руб.);

$T_ч$  – количество часов работы в день (ч);

$C_P$  – длительность проекта (дн.).

Стоимость машино-часа на предприятии составляет 1,0 руб. Разработка проекта займёт 90 человеко-дней. Определим затраты по статье «Машинное время»:

$$P_M = 1,0 \cdot 8 \cdot 90 = 720 \text{ руб.}$$

Затраты по статье «Накладные расходы» ( $P_H$ ), связанные с необходимостью содержания аппарата управления, вспомогательных хозяйств, а также с расходами на общехозяйственные нужды ( $P_H$ ), определяются по формуле

$$P_H = \frac{З_0 \cdot Н_{PH}}{100}, \quad (5.5)$$

где  $Н_{PH}$  – норматив накладных расходов (50%).

Накладные расходы составят:

$$P_H = 2076 \cdot 0,5 = 1038 \text{ руб.}$$

Общая сумма расходов по всем статьям сметы ( $C_P$ ) на ПО рассчитывается по формуле

$$C_P = З_0 + З_д + З_{СЗ} + P_M + P_H, \quad (5.6)$$

$$C_P = 2076 + 207,6 + 799,26 + 720 + 1038 = 4840,86 \text{ руб.}$$

Кроме того, организация-разработчик осуществляет затраты на сопровождение и адаптацию ПС ( $P_{CA}$ ), которые определяются по нормативу  $H_{PCA}$  – норматив расходов на сопровождение и адаптацию (20%).

$$H_{PCA} = \frac{P_{CA}}{C_P} \cdot 100, \quad (5.7)$$

где  $P_{CA}$  – расходы на сопровождение и адаптацию ПС в целом по организации (руб.);

$C_P$  – смета расходов в целом по организации без расходов на сопровождение и адаптацию (руб.).

$$P_{CA} = 4840,86 \cdot 20/100 = 968,17 \text{руб.}$$

Общая сумма расходов на разработку (с затратами на сопровождение и адаптацию) как полная себестоимость ПС ( $C_{\Pi}$ ) определяется по формуле

$$C_{\Pi} = C_P + P_{CA}, \quad (5.8)$$

$$C_{\Pi} = 4840,86 + 968,17 = 5809,03 \text{руб.}$$

### 7.3 Оценка результата от использования ПС

Результатом (Р) в сфере использования программного средства является прирост чистой прибыли и амортизационных отчислений.

#### 5.3.1 Расчёт прироста чистой прибыли

Прирост прибыли, полученный за счёт экономии расходов на заработную плату в результате снижения трудоёмкости выполнения работ по отладке нечетких алгоритмов.

Данная экономия заключается в снижении количества времени, требуемого на подготовку испытательного стенда, программирование аппаратного контроллера, а также на сбор телеметрии. До введения программного средства в эксплуатацию, временные затраты по отладке нечеткого контроллера составляли 8 нормо часов. После введения в эксплуатацию временные затраты будут составлять 1 нормо час. Данная работа выполняется 100 раз в год.

1. Экономия затрат на заработную плату при использовании ПС в расчёте на объем выполняемых работ определяется по формуле:

$$\Delta_3 = K_{\Pi P} \cdot (t_c \cdot T_c - t_n \cdot T_n) \cdot N_n \cdot (1 + \frac{H_d}{100\%}) \cdot (1 + \frac{H_{по}}{100\%}), \quad (5.11)$$

где  $N_n$  – плановый объем работ по проведению тестирования знаний, сколько раз выполнялись в году (100 раз);

$t_c$  – трудоёмкость выполнения работы до внедрения программного средства (8 нормо часов);

$t_n$  – трудоёмкость выполнения работы после внедрения программного средства (1 нормо час);

$T_c$  – часовая тарифная ставка, соответствующая разряду выполняемых работ до внедрения программного средства (1,24 руб./ч);

$T_n$  – часовая тарифная ставка, соответствующая разряду выполняемых работ после внедрения программного средства (1,24 руб. /ч);

$K_{пр}$  – коэффициент премий (1,5);

$H_d$  – норматив дополнительной заработной платы (10%);

$H_{по}$  – ставка отчислений в ФСЗН и обязательное страхование (35%).

Экономия на заработной плате и начислениях на заработную плату составит

$$\mathcal{E}_3 = 1,5 \cdot (8 \cdot 1,24 - 1 \cdot 1,24) \cdot 100 \cdot (1,1) \cdot 1,35 = 1933,47 \text{ руб.}$$

Прирост чистой прибыли ( $\Delta\Pi_{ч}$ ) определяется по формуле

$$\Delta\Pi_{ч} = C_0 - \frac{C_0 \cdot H_{\Pi}}{100}, \quad (5.12)$$

где  $H_{\Pi}$  – ставка налога на прибыль, (18%).

Таким образом, прирост чистой прибыли составит

$$\Delta\Pi_{ч} = 1933,47 - 1933,47 \cdot 18/100 = 1585,45 \text{ руб.}$$

### 5.3.2 Расчет прироста амортизационных отчислений

Расчет амортизационных отчислений осуществляется по формуле

$$A = H_A \cdot 3/100, \quad (5.13)$$

где 3 – затраты на разработку программы, руб.;

$H_A$  - норма амортизации программного средства, (20%);

$$A = 5809,03 \cdot 0,2 = 1161,81 \text{ руб.}$$

### 5.4 Расчёт показателей эффективности использования программного средства

Для расчёта показателей экономической эффективности использования программного средства необходимо полученные суммы результата и затрат по

годам приводят к единому времени – расчётному году (за расчётный год принят 2019 год) путём умножения результатов и затрат за каждый год на коэффициент приведения ( $ALFA_t$ ), который рассчитывается по формуле

$$ALFA_t = (1 + E_H)^{t_p - t}, \quad (5.14)$$

где  $E_H$  – норматив приведения разновременных затрат и результатов (15%);

$t_p$  – расчётный год,  $t_p = 1$ ;

$t$  – номер года, результаты и затраты которого приводятся к расчётному (2019-1, 2020-2, 2021-3, 2022-4).

$$ALFA_1 = (1 + 0,15)^{1-1} = 1 \quad - \text{2019 год};$$

$$ALFA_2 = (1 + 0,15)^{1-2} = 0,87 \quad - \text{2020 год};$$

$$ALFA_3 = (1 + 0,15)^{1-3} = 0,756 \quad - \text{2021 год};$$

$$ALFA_4 = (1 + 0,15)^{1-4} = 0,658 \quad - \text{2022 год}.$$

Результаты расчёта показателей эффективности приведены в таблице 5.2. Проект планируется внедрить в организации в 2019 году.

Таблица 5.2 – Расчёт экономического эффекта от использования ПС

| Показатели                                       | Ед. изм. | Усл. обоз.               | По годам использования программного средства |         |         |         |
|--|----------|--------------------------|--|---------|---------|---------|
|  |          |                          | 2019   | 2020    | 2021    | 2022    |
| Результат  |          |                          |  |         |         |         |
| 1. Прирост чистой прибыли                        | руб.     | $\Delta P_{\text{ч}}$    | 1585,45                                      | 1585,45 | 1585,45 | 1585,45 |
| 2. Прирост амортизационных отчислений            | руб.     | $\Delta A$               | 1161,81                                      | 1161,81 | 1161,81 | 1161,81 |
| 3. Прирост результата                            | руб.     | $\Delta P_t$             | 2747,25                                      | 2747,25 | 2747,25 | 2747,25 |
| 4. Коэффициент дисконтирования                   | руб.     | $\alpha_t$               | 1  | 0.87    | 0,756   | 0.65,   |
| 5. Результат с учётом фактора времени            | руб.     | $P_t \alpha_t$           | 2747,25                                      | 2388,91 | 2077,32 | 1806,36 |
| Затраты (инвестиции)                             |          |                          |  |         |         |         |
| 6. Инвестиции в разработку программного продукта | руб.     | $C_{\text{п}}$           | 5809,03                                      |         |         |         |
| 7. Инвестиции с учётом фактора времени           | руб.     | $C_{\text{пт}} \alpha_t$ | 5809,03                                      |         |         |         |
| 8. Чистый дисконтированный доход по годам        | руб.     | $ЧДД_t$                  | -3061,78                                     | 2388,91 | 2077,32 | 1806,36 |
| 9. ЧДД нарастающим итогом                        | руб.     | $ЧДД$                    | -3061,78                                     | -672,87 | 1404,45 | 3210,81 |

Рассчитаем рентабельность инвестиций в разработку и внедрение программного средства ( $P_{\text{и}}$ ) по формуле

$$P_{\text{и}} = \frac{P_{\text{чср}}}{3} \cdot 100, \quad (5.15)$$

где  $P_{\text{чср}}$  – среднегодовая величина чистой прибыли за расчётный период, руб., которая определяется по формуле

$$P_{\text{чср}} = \frac{\sum_{i=1}^n P_{\text{ч}t}}{n}, \quad (5.16)$$

где  $P_{\text{ч}t}$  – чистая прибыль, полученная в году  $t$ , руб.

$$P_{\text{чср}} = (1585,45 + 1585,45 + 1585,45 + 1585,45) / 4 = 1585,45 \text{ руб.}$$

Рентабельность инвестиций составит

$$P_{\text{и}} = 1585,45 / 5809,03 \cdot 100\% = 27,2\%$$

В результате технико-экономического обоснования применения программного средства «Система тестирования знаний в режиме реального времени» были получены следующие значения показателей эффективности:

1. Чистый дисконтированный доход за четыре года работы программного средства составит 3210,81 руб.
2. Затраты на разработку программного средства окупятся на третий год его использования.
3. Рентабельность инвестиций составляет 27,2%.

Таким образом, применение программного средства является эффективным и инвестиции в его разработку экономически целесообразны.