

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.

Разработанное программное средство будет использоваться в учебных целях на кафедре БГУИР.

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, дней	Дневная тарифная ставка, руб.	Основная заработная плата, руб.
Руководитель проекта	1	20	21,6	432,00
Инженер-программист	1	70	13,6	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_{Π}) определяется по формуле

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

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

5.3 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:

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

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_{Π} – ставка налога на прибыль, (18%).

Таким образом, годовой прирост чистой прибыли, полученной в результате экономии материальных ресурсов сотрудниками кафедры БГУИР в процессе научной и учебной деятельности, составит

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

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 2018 год) путём умножения результатов и затрат за каждый год на коэффициент приведения ($ALFA_t$), который рассчитывается по формуле

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

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 (2018-1, 2019-2, 2020-3, 2021-4).

$$ALFA_1 = (1 + 0,15)^{1-1} = 1 \quad - 2018 \text{ год};$$

$$ALFA_2 = (1 + 0,15)^{1-2} = 0,87 \quad - 2019 \text{ год};$$

$$ALFA_3 = (1 + 0,15)^{1-3} = 0,756 \quad - 2020 \text{ год};$$

$$ALFA_4 = (1 + 0,15)^{1-4} = 0,658 \quad - 2021 \text{ год}.$$

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

Таблица 5.2 – Расчёт экономического эффекта от использования ПС

Показатели	Ед. изм.	Усл. обоз.	По годам использования программного средства			
			2018	2019	2020	2021
Результат						
1. Прирост чистой прибыли	руб.	$\Delta P_{\text{ч}}$		1585,45	1585,45	1585,45
2. Прирост результата	руб.	ΔP_t		2747,25	2747,25	2747,25
3. Коэффициент дисконтирования	руб.	α_t	1	0,87	0,756	0,658
4. Результат с учётом фактора времени	руб.	$P_t \alpha_t$		2388,91	2077,32	1806,36
Затраты (инвестиции)						
5. Инвестиции в разработку программного продукта	руб.	$C_{\text{п}}$	5809,03			
6. Инвестиции с учётом фактора времени	руб.	$C_{\text{пт}} \alpha_t$	5809,03			
7. Чистый дисконтированный доход по годам	руб.	ЧДД_t	-5809,03	2388,91	2077,32	1806,36
8. ЧДД нарастающим итогом	руб.	ЧДД	-5809,03	-3421,78	-1344,46	462,10

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

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

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

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

Рентабельность инвестиций составит

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

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 три года работы программного средства составит 462,10 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.