

УДК 334.02

ОБ ОДНОМ СПОСОБЕ ОЦЕНКИ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ВНЕДРЕНИЯ ПРОГРАММНОГО ПРОДУКТА В СИСТЕМУ УПРАВЛЕНИЯ

Логунова О.С., Ильина Е.А., Мацко И.И.

Аннотация. Целью исследования является разработка методик для оценки экономической эффективности внедрения программных продуктов в систему управления технологическими процессами. При разработке методики использован комплекс экономических показателей, включающий стоимость проектных, затраты на разработку математического обеспечения и внедрение системы, стоимость оборудования, устройств подготовки, передачи и отображения информации, затраты на эксплуатацию системы. Также учтено, увеличение объема производства при внедрении системы связанное с увеличением объема выпускаемой продукции обычного качества. Разработанная методика оценки экономической эффективности внедрения программных продуктов в систему управления технологическими процессами прошла опытную эксплуатацию на примере непрерывной разливки стали при разработке модуля интеллектуальной поддержки системы управления и системы автоматизации проектирования конструкции секций вторичного охлаждения. В результате получена методика, учитывающая особенности технологического процесса и использующая ретроспективную информацию о стоимости и объемах выпуска готовой продукции. Методика является универсальной и адаптируема к технологическим процессам промышленного предприятия.

Ключевые слова: программное обеспечение, оценка эффективности, разработка, внедрение, система управления.

A METHOD OF EVALUATING THE ECONOMIC EFFICIENCY IN THE IMPLEMENTATION OF SOFTWARE PRODUCTS MANAGEMENT SYSTEM

Logunov O.S., Ilna E.A., Masko I.I.

Abstract. The aim of this study is to develop a methodology for evaluating the economic efficiency of software products in the process control system. When developing me-nique used a set of economic indicators, including the cost of the project, the cost of time-processing of the software and the introduction of the system, the cost of equipment, training devices, transmission and display of information, the cost of system operation. Also taken into account, the increase in the volume of production in the implementation of the system is associated with an increase in output normal QUALITY Islands. The developed method of estimation of the economic efficiency of the system software in th process control passed trial operation of the example of the continuous casting of steel in the development of the module of intellectual support of management and automation of the design process of the secondary section cooling system. The result is a methodology that takes into account features of the process and uses historical information about the cost and volume of the finished product. The technique is versatile and adaptable to the technological processes of the industrial enterprise.

Keywords: software, performance evaluation, development, implementation, system controlled-of.

Введение

Автоматизированные системы управления технологическими процессами обеспечивают повышение эффективности производства за счет повышения производительности труда, увеличения объема производства, улучшения качества выпускаемой продукции, рационального использования основных фондов, материалов и сырья и уменьшения числа работающих на предприятии. Внедрение систем управления отличается от обычных работ по внедрению новой техники тем, что оно позволяет перевести производственный процесс на качественно новую ступень развития, характеризуемую более высокой организацией (упорядоченностью) производства [1].

Качественное улучшение организации производства обусловлено значительным увеличением объема обрабатываемой в системе управления информации, увеличением скорости ее обработки и применением для выработки управляющих решений более сложных методов и алгоритмов, чем те, которые использовали до ее внедрения.

Экономический эффект, получаемый от внедрения одной и той же системы, зависит от уровня организованности производства (стабильности и настроенности технологического процесса до и после внедрения системы управления).

Одной из составных частей автоматизированной системы является программное обеспечение. Оценка эффективности внедрения программного обеспечения чаще всего проводится в составе информационной системы [2, 3]. Наиболее распространенным является метод эксплуатационных затрат, при котором учитываются затраты на ведение информационной базы, эксплуатацию комплекса технических средств, эксплуатацию систем программно-

математического обеспечения, реализацию технологического процесса обработки информации по задачам, эксплуатацию системы в целом. В настоящее время практически не представлено способов оценки эффективности разработки и внедрения программных продуктов, ориентированных на использование в промышленных цехах. При разработке программного обеспечения для использования в промышленном комплексе возникает необходимость в учете не только затрат на разработку, но последующего улучшения свойств информации, приводящее к изменению объемом продукции по показателям качества продукции за счет предоставления своевременной и достоверной информации.

В работе на примере разработки программного обеспечения для интеллектуальной поддержки системы управления непрерывнолитой заготовки предлагается комплексная методика оценки эффективности внедрения и эксплуатации комплекса, включающего математическое [4-6], алгоритмическое [7, 8] и программное [9, 10] обеспечение, реализованное в рамках работы [11]. Своё распространение предлагаемая методика нашла в работе [12].

Методика

Основные затраты на создание системы для организации информационной связи состоят из затрат на предпроектные и проектные работы S_{Π} и затрат $S_{об}$ на приобретение специального оборудования, устанавливаемого в системе. При этом в стоимость проектных работ включают помимо расходов, связанных с разработкой проекта, затраты на разработку математического обеспечения и внедрение системы, а в стоимость оборудования – помимо стоимости средств управляющей вычислительной техники, устройств подготовки, передачи и отображения информации – стоимость тех узлов технологического оборудования, модернизация или разработка которых вызвана условиями работы оборудования в системе организации информационной связи.

Кроме затрат на создание системы управления предприятие несет еще и затраты на ее эксплуатацию. Таким образом, годовые затраты на создание системы составляют:

$$C_c = \frac{S_{\Pi} + S_{об}}{T} + S_{экс\pi}, \quad (1)$$

где T – время эксплуатации, обычно $T = 5 \div 7$ лет; $S_{экс\pi}$ – годовые эксплуатационные затраты, руб.

Затраты на предпроектные, проектные работы и внедрение

$$S_{\Pi} = \sum_{i=1}^k (Z_{\Pi}^i + M_{\Pi} + H_{\Pi}), \quad (2)$$

где Z_{Π}^i – заработная плата каждого специалиста на данных этапах, руб.; k – количество специалистов на данных этапах, чел.; M_{Π} – затраты на использование ЭВМ на данных этапах, руб.; H_{Π} – накладные расходы на данных этапах, руб.

Зарботная плата каждого специалиста на предпроектном, проектном этапах и этапе внедрения

$$Z_{\Pi}^i = t_{\Pi} \cdot \bar{S}_{зп}, \quad (3)$$

где t_{Π} – время работы специалиста за время предпроектных и проектных работ, ч; $\bar{S}_{зп}$ – средняя часовая ставка специалиста, руб./ч.

Затраты на использование ЭВМ на предпроектном, проектном этапах и этапе внедрения

$$M_{\Pi} = t_{ЭВМ} \cdot S_{ЭВМ}, \quad (4)$$

где $t_{ЭВМ}$ – время использования ЭВМ, ч; $S_{ЭВМ}$ – стоимость использования ЭВМ, руб./ч.

Накладные расходы составляют 80 % от заработной платы специалистов работающих на предпроектном, проектном этапах и этапе внедрения этапах.

Эксплуатационные затраты системы информационной связи определяются как

$$S_{экс} = S_{зп} + S_{ам} + S_{э} + S_{км}, \quad (5)$$

где $S_{зп}$ – годовой фонд заработной платы персонала, обслуживающего систему, руб.; $S_{ам}$ – амортизационные отчисления и плата за фонды, руб.; $S_э$ – затраты на коммунальные услуги (электроэнергию, воду и т.п.), руб.; $S_{км}$ – годовые затраты на материалы и комплектующие изделия, руб.

Годовой фонд заработной платы персонала, обслуживающего систему:

$$S_{зп} = t_p \cdot \bar{S}_{зп}^0 \cdot (1 + k_{цр}) \cdot m, \quad (6)$$

где t_p – время работы обслуживающего персонала за год, ч; $\bar{S}_{зп}^0$ – средняя часовая ставка обслуживающего персонала, руб.; $k_{цр}$ – коэффициент цеховых накладных расходов; m – численность персонала, обслуживающего систему и специализированные устройства технологического оборудования, чел.

Амортизационные отчисления и плата за фонды [1]

$$S_{ам} = \sum_{i=1}^n S_{об}^i (a_a^i + a_ф), \quad (7)$$

где $S_{об}^i$ – стоимость оборудования i -го типа, руб.; a_a^i – коэффициент амортизационных отчислений по i -му типу оборудования; $a_ф$ – коэффициент отчислений за фонды.

Увеличение объема производства при внедрении системы связано с увеличением объема выпускаемой продукции обычного качества. Объем выпускаемой продукции обычного качества составляет

$$V = \sum_{i=1}^k (V_i + \Delta V_{ni}) \cdot (1 - p_i), \quad (8)$$

где V_i – объем выпущенной продукции за прошедший год до внедрения системы, тыс т; ΔV_{ni} – планируемый прирост объема выпускаемой продукции при отсутствии системы, тыс т, шт.; p_i – доля продукции пониженного качества в каждой группе; k – количество групп марок сталей.

Прибыль от выпуска продукции составит

$$P^0 = \sum_{i=1}^k (V_i + \Delta V_{ni}) \cdot ((1 - p_i) \cdot (C_i - S_i) + p_i \cdot (C_i^п - S_i)), \quad (9)$$

где C_i – цена 1 т стали i -й группы при отсутствии системы и с ней, руб.; $C_i^п$ – цена 1 т стали пониженного качества i -й группы при отсутствии системы и с ней, руб.; S_i – себестоимость 1 т стали i -й группы при отсутствии системы и с ней, руб.; p_i – доля заготовок пониженного качества.

Внедрение системы позволяет увеличить долю заготовок обычного качества в каждой классификационной группе марок стали. С учетом снижения объема производства заготовок пониженного качества в каждой группе получим прибыль в размере

$$P^1 = \sum_{i=1}^k (V_i + \Delta V_{ni}) \cdot ((1 - p_i \cdot (1 - p'_i)) \cdot (C_i - S'_i) + p_i \cdot (1 - p'_i) \cdot (C_i^п - S'_i)), \quad (10)$$

где p'_i – предполагаемая доля снижения объема продукции пониженного качества в каждой группе после введения системы в эксплуатацию; S'_i – себестоимость 1 т стали i -й группы при введении системы информационной связи с учетом затрат на ее разработку и эксплуатацию

$$S'_i = S_i + \frac{C_c}{V}. \quad (11)$$

Снижение расходов на заработную плату не происходит.

Без учета уровня общей организованности производства или технологического процесса срок окупаемости затрат на создание и функционирование системы для организации информационной связи определяют по зависимости

$$T_{ок} = \frac{C_c}{P^1 - P^0} \cdot 365. \quad (12)$$

Годовая экономическая эффективность системы составляет

$$\Delta P = P^1 - P^0. \quad (13)$$

Результаты

Исходные данные для оценки экономической эффективности системы информационной связи приведены в табл. 1-4. Объем выпущенной продукции за прошедший год до внедрения системы представлен за 2011 г.; планируемый прирост объема выпускаемой продукции при отсутствии системы и доля заготовок пониженного качества – за 2012 г.; себестоимость 1 т стали, цена 1 т стали, цена 1 т стали пониженного качества – за 2012 год представлены условно, с учётом инфляции и изменения условно-постоянных расходов в пропорциях, согласованных с управлением экономики ОАО «ММК».

Расчетные затраты на предпроектные, проектные работы и внедрение, рассчитанные по (2), составили 1 807 048 руб.; годовой фонд заработной платы обслуживающего систему персонала по (6) – 403 660 руб.; амортизационные отчисления и плата за фонды, по (7) – 4 308 руб.; эксплуатационные затраты системы информационной связи по (5) – 435 968 руб.

Таблица 1

Исходные данные для оценки затрат на предпроектные, проектные работы и внедрение

Специалист	t_p , ч	$\bar{S}_{зп}^0$, руб./ч	$t_{ЭВМ}$, ч	$S_{ЭВМ}$, руб./ч	k , чел.
Проектировщик	1520	231	1520	50	1
Программист	1980	184	1980	50	1
Специалист по внедрению	1320	131	660	50	1

Таблица 2

Исходные данные для оценки затрат на приобретение специального оборудования, его амортизационные отчисления и плата за фонды

Название оборудования	$S_{об}^i$, руб.	α_a^i , %	α_f , %
ПЭВМ	14942	10	10
Сканер	1478	10	10
Цифровая фотокамера	5120	10	10

Таблица 3

Исходные данные для оценки прибыли при введении системы информационной связи в эксплуатацию для ЭСПЦ ОАО «ММК»

Марка стали	Объем продукции				S_i , руб.	C_i , руб.	$C_i^п$, руб.
	V_i , т	ΔV_{ni} , т	p_i , %	p'_i , %			
Ст3сп, Ст4сп, А400С, А500С	664758	-70618	0,03	40	13505	20258	10129
Ст 0,1,2сп	153278	10546	0,03	40	13320	19980	9990
09Г2С, 09Г2СУ	54339	-44229	0,03	40	15213	22820	11410
50-85сп, К	82471	-13748	0,03	40	13938	20907	10454
Ст 0,1,2пс	44292	-14150	0,03	40	14025	21038	10519

Таблица 4

Исходные данные для оценки экономической эффективности системы

	Параметры						
	T , лет	$S_э$, руб.	$S_{км}$, руб.	t_p , ч	$\bar{S}_{зп}^0$, руб.	$k_{цр}$	m , чел.
Значение	7	24000	5000	1752	128	0	1

Таким образом, годовые затраты на создание системы, рассчитанные по (1), составляют 697 195 руб.

Согласно данным табл. 3 расчетный объем выпускаемой продукции обычного качества без внедрения системы составляет 998 822 т при общем объеме 1 001 149 т. Прибыль от выпуска продукции обычного качества без внедрения системы составляет 6 806 257 469 руб.; от выпуска продукции обычного и пониженного качества без внедрения системы, рассчитанная по (9) – 6 805 182 530 руб.; от выпуска продукции обычного качества с внедрением системы – 6 806 421 758 руб.; от выпуска продукции обычного и пониженного качества с внедрением системы, рассчитанная по (10), – 6 806 163 772 руб.

Таким образом, годовой экономической эффект при функционировании системы управления с информационной связью согласно (12) и (13) составляет 981 242 руб., а срок окупаемости затрат на создание и функционирование системы – 260 дня.

Заключение

1. При разработке методики использован комплекс экономических показателей, включающий стоимость проектных, затраты на разработку математического обеспечения и внедрение системы, стоимость оборудования, устройств подготовки, передачи и отображения информации, затраты на эксплуатацию системы. Также учтено, увеличение объема производства при внедрении системы связано с увеличением объема выпускаемой продукции обычного качества.

2. Разработанная методика оценки экономической эффективности внедрения программных продуктов в систему управления технологическими процессами прошла опытную эксплуатацию на примере непрерывной разливки стали при разработке модуля интеллектуальной поддержки системы управления и системы автоматизации проектирования конструкции секций вторичного охлаждения.

3. В результате получена методика, учитывающая особенности технологического процесса и использующая ретроспективную информацию о стоимости и объемах выпуска готовой продукции. Методика является универсальной и адаптируема к технологическим процессам промышленного предприятия.

Список использованных источников

1. Вальков, В. М. Автоматизированные системы управления технологическими процессами / В. М. Вальков, В. Е. Вершин. – Л. : Политехника, 1991. – 269 с.
2. Бунова, Е.В. Оценка эффективности внедрения информационной системы. / Вестник АГТУ. Сер.: Управление, вычислительная техника и информатика. – 2012. – № 1. – 158-164.
3. Питеркин, С.В. «Точно вовремя» для России. Практика применения ERP-систем. – М. : Альпина Паблишер, 2003. – 369 с.
4. Логунова, О.С. Математическое моделирование макроскопических параметров затвердевания непрерывных слитков / О.С. Логунова [и др.] // Известия высших учебных заведений. Черная металлургия. – 1997. – № 2. – С. 49-51.
5. Логунова, О.С. Моделирование теплового состояния бесконечно протяженного тела с учетом динамически изменяющихся граничных условий третьего рода. / О.С. Логунова, И.И. Мацко, Д.С. Сафонов // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Математическое моделирование и программирование. – 2012. – № 27. – С. 74-85.
6. Логунова, О.С. Integrated system structure of intelligent management support of multistage metallurgical processes / O.S. Logunova, I.I. Matsko, I.A. Posochov // Вестник Магнитогорского государственного технического университета им. Г.И. Носова. – 2013. – № 5 (45). – С. 50-55.
7. Логунова, О.С. Стохастическая модель качества непрерывнолитой заготовки / О.С. Логунова // Сталь. – 2005. – № 12. – С. 21-23.
8. Логунова, О.С. Оценка статистическими методами серного отпечатка поперечного темплета непрерывнолитой заготовки / О.С. Логунова, В.В. Павлов, Х.Х. Нурув // Электрометаллургия. 2004. – № 5. – С. 18-24.
9. Логунова, О.С. Автоматизированная оценка качества непрерывнолитой заготовки / О.С. Логунова, Б.Н. Парсункин, В.Г. Суспицын // Сталь. – 2004. – № 12. – С. 101-104.
10. Логунова, О.С. Оценка качества непрерывно литой заготовки статистическими методами с использованием программных средств / О.С. Логунова, Д.Х. Девятов, Х.Х. Нурув // Известия высших учебных заведений. Черная металлургия. – 2005. – № 9. – С. 54-58.
11. Мацко, И.И. Автоматизированная система интеллектуальной поддержки процессов управления производством непрерывнолитой заготовки: дис. ... канд. техн. наук: 05.13.06: защищена 01.03.2013 / И.И. Мацко. – Оренбург, 2013. – 170 с.

12. Сафонов, Д.С. Автоматизация проектирования конструкции секций вторичного охлаждения машины непрерывного литья заготовок / Д.С. Сафонов, О.С. Логунова // Вестник Магнитогорского государственного технического университета им. Г.И. Носова. – 2015. – № 1 (49). – С. 111-127.

13. Maksimov M.A., Logunova O.S. The Complex of Image Processing Algorithms for Granulometry of Charging Materials // Математическое и программное обеспечение систем в промышленной и социальной сферах. – 2015. – №1. – С. 38-42.

14. Сафонов, Д.С. Структура интерактивной системы автоматизированного проектирования конструкции секций вторичного охлаждения машины непрерывного литья заготовок / Д.С. Сафонов, О.С. Логунова // Математическое и программное обеспечение систем в промышленной и социальной сферах. – 2014. – №2(5). – С. 75-81.

Логунова Оксана Сергеевна – д-р техн. наук, доцент, заведующий кафедрой вычислительной техники и программирования ФГБОУ ВО «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова». E-mail: logunova66@mail.ru.

Ильина Елена Александровна – канд. пед. наук, доцент кафедры вычислительной техники и программирования ФГБОУ ВПО «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова». E-mail: dar_nas@mail.ru.

Мацко Игорь Игоревич – канд. техн. наук, начальник отдела Web-разработки ИТЦ «Аусферр».

Логунова О.С., Ильина Е.А., Мацко И.И. Об одном способе оценки экономической эффективности внедрения программного продукта в систему управления // Математическое и программное обеспечение систем в промышленной и социальной сферах. – 2016. – Т.4. – №1. – С. 42-47.

Logunov, O.S., Ilina, E.A. and Masko, I.I. (2016) A method of evaluating the economic efficiency in the implementation of software products management system. Software of systems in the industrial and social fields, 4 (1): 42-47.
