

УДК 338.2:330.4

## ЭКОНОМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ПРОЕКТОВ ПО УПРАВЛЕНИЮ ИТ-ИНФРАСТРУКТУРОЙ

<sup>1</sup>Нехотина В.С., <sup>2</sup>Ломазов В.А.<sup>1</sup>Белгородский университет кооперации, экономики и права, Белгород, e-mail: nnvictory@yandex.ru;<sup>2</sup>Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, Белгород

Целью проводимого исследования является выявление особенностей и проблем проведения экономического анализа проектов по управлению ИТ-инфраструктурой предприятия (ИТ-проектов, ИТП). В статье авторы выделяют основные виды ресурсов, которые необходимо учитывать в процессе оценивания экономической эффективности ИТ-проектов, определяют основные задачи проведения функционально-экономического и технико-экономического анализа, представляют структуру затрат на реализацию ИТ-проектов, рассматривают основные методы определения затрат на реализацию ИТ-проектов. На основе проведенного исследования в статье формулируются методические рекомендации по определению средней стоимости ИТ-проекта: выявление затрат на реализацию ИТ-проекта предлагается разделить на два этапа (формулирование критерия оценивания и оценивание затрат); в качестве основного элемента ИТ-проекта применять процесс, состоящий из целевой и обеспечивающей подсистем; экономический анализ проводить применительно к периоду реализации ИТ-проекта; среднюю стоимость ИТ-проекта определить суммированием таких показателей, как средние расходы на: проектирование ИТ-инфраструктуры (ИТИ), закупку и монтаж оборудования, покупку информационной системы и обучение персонала по работе с ней, эксплуатацию ИТИ. В рамках проводимого исследования предлагается делать вывод о целесообразности реализации ИТ-проекта на основе результирующего показателя, представляющего собой соотношение между его качеством и стоимостью.

**Ключевые слова:** ИТ-проект, экономический анализ, оценивание эффективности, оценивание затрат, ИТ-инфраструктура

## ECONOMIC ANALYSIS OF IT- INFRASTRUCTURE MANAGEMENT PROJECTS

<sup>1</sup>Nekhotina V.S., <sup>2</sup>Lomazov V.A.<sup>1</sup>Belgorod University of Cooperation, Economics and Law, Belgorod, e-mail: nnvictory@yandex.ru;<sup>2</sup>Belgorod State Agricultural University named after V.Ya. Gorin, Belgorod

The aim of the study is to identify the features and problems of conducting an economic analysis of projects for managing the IT infrastructure of an enterprise (IT projects, ITP). In the article, the authors identify the main types of resources that need to be taken into account in the process of evaluating the economic efficiency of IT projects, determine the main tasks of the functional-economic and technical-economic analysis, present the cost structure for the implementation of IT projects, consider the main methods for determining the costs of IT implementation-projects. Based on the study, the article formulates methodological recommendations for determining the average cost of an IT project: it is proposed that the identification of costs for the implementation of an IT project be divided into two stages (formulation of an evaluation criterion and cost estimation); as the main element of an IT project, apply a process consisting of a target and supporting subsystems; conduct economic analysis in relation to the period of the IT project; determine the average cost of an IT project by summing up such indicators as: average costs for: designing an IT infrastructure (ITI), purchasing and installing equipment, purchasing an information system and training personnel to work with it, operating ITI. In the framework of the study, it is proposed to draw a conclusion about the feasibility of implementing an IT project on the basis of the resulting indicator, which is the ratio between its quality and cost.

**Keywords:** IT project, economic analysis, performance evaluation, cost estimation, IT infrastructure

Деятельность современных предприятий базируется на использовании цифровых технологий, разработка и внедрение которых реализуется в форме ИТ-проектов по управлению ИТ-инфраструктурой, что предполагает наличие значительных затрат и делает актуальной проблематику экономического анализа ИТ-проектов в рамках соотношения «стоимость – эффективность». Существует множество определений понятия «эффективность», и оно трактуется учеными как отношение результата к затратам [1, 2], степень достижения поставленных целей (результативность) [3], уровень использования потенциала [4]. В каждом из определений подчеркивается та или иная

черта. Однако единого подхода к определению не существует. Поэтому в рамках данной публикации в качестве показателя экономической эффективности ИТ-проекта предлагается использовать показатель, основанный на соотношении количественных мер таких характеристик, как степень достижения поставленной цели, прибыль, стоимость произведенной продукции, наносимый или предотвращенный ущерб, полезность и т.д., к стоимости ИТ-проекта.

Цель исследования состоит в рассмотрении особенностей проведения экономического анализа ИТ-проектов по управлению ИТ-инфраструктурой предприятия; определении основных видов ресурсов,

которые необходимо учитывать в процессе оценивания экономической эффективности ИТ-проектов; рассмотрении основных задач проведения функционально-экономического и технико-экономического анализа ИТ-проектов; представлении структуры затрат на реализацию ИТ-проектов; рассмотрении основных методов определения затрат на реализацию ИТ-проектов; представлению рекомендаций по определению средней стоимости ИТ-проектов.

**Материалы и методы исследования**

Формальный экономический анализ ИТ-проектов затруднен как в семантическом, так и в техническом плане, поскольку целевой эффект их реализации не всегда может быть выражен в денежных единицах [5]. В основе экономического анализа ИТ-проектов находится оценивание целевого эффекта и его сопоставление с затратами на реализацию ИТ-инфраструктуры предприятия в целом [6]. При этом целесообразно различать: динамические ресурсы – расходуемые в процессе реализации проекта; статические ресурсы – используемые при разработке ИТ-инфраструктуры. В обеспечивающих подсистемах используются эксплуатационные затраты, которые являются надпроцессными, расходуются в обеспечивающих подсистемах ИТ-инфраструктуры и не принимают участия в образовании целевого эффекта реализуемого ИТ-проекта. По функциональным свойствам следует различать: статические (динамические) ресурсы; активные ресурсы; процессные ресурсы.

Наряду с перечисленными видами ресурсов существуют ресурсы, которые используются в процессе эксплуатации и создания ИТ-инфраструктуры, к ним относят: псевдостатические; псевдоактивные; надпроцессные виды ресурсов, которые участвуют в процессах не явно, а опосредованно через агрегированные эксплуатационно-технические характеристики ИТ-инфраструктуры.

**Результаты исследования и их обсуждение**

Рассмотрим следующие характеристики (показатели) ИТ-проектов:

$X'_{\langle k_i \rangle}$  – вектор параметров и технических характеристик ИТИ предприятия;

$X''_{\langle k_i \rangle}$  – вектор параметров и технических характеристик ИТ-проекта;

$Y_{\langle l_i \rangle}$  – вектор характеристик условий осуществления процесса;

$S_1(A')$  – системные затраты на придание технических характеристик ИТИ;

$S_2(A'')$  – системные затраты на придание технических характеристик ИТ-проекта;

$C_{\langle n_1 \rangle}^{(1)}$  – показатель целевых эффектов реализации процесса;

$C_{\langle n_2 \rangle}^{(2)}$  – показатель расхода ресурсов на реализацию процесса;

$C_{\langle n_3 \rangle}^{(3)}$  – показатель расхода временных ресурсов, необходимых для реализации процесса;

$C_{\langle n_1 \rangle}^{(1)S}$  – показатель надпроцессного (системного) целевого эффекта реализации ИТП;

$C_{\langle n_2 \rangle}^{(2)S}$  – показатель расхода надпроцессных (системных) ресурсов;

$C_{\langle n_3 \rangle}^{(3)S}$  – показатель расхода надпроцессных (системных) ресурсов времени.

При этом имеют место следующие виды соотношений:

$$C_{\langle n_1 \rangle}^{(1)} = C_{\langle n_1 \rangle}^{(1)} \left( C_{\langle n_2 \rangle}^{(2)}, C_{\langle n_3 \rangle}^{(3)}; Y_{\langle l \rangle} \right), \tag{1}$$

где

$$C_{\langle n_2 \rangle}^{(2)} = C_{\langle n_2 \rangle}^{(2)} \left( X'_{\langle k' \rangle}, X''_{\langle k'' \rangle}; Y_{\langle l \rangle} \right),$$

$$C_{\langle n_3 \rangle}^{(3)} = C_{\langle n_3 \rangle}^{(3)} \left( X'_{\langle k_i \rangle}, X''_{\langle k_i \rangle}; Y_{\langle l \rangle} \right),$$

$$C_{\langle n_1 \rangle}^{(1)S} = C_{\langle n_1 \rangle}^{(1)S} \left( C_{\langle n_2 \rangle}^{(2)S}, C_{\langle n_3 \rangle}^{(3)S}; Y_{\langle l \rangle} \right), \tag{2}$$

где

$$C_{\langle n_2 \rangle}^{(2)S} = C_{\langle n_2 \rangle}^{(2)S} \left( C_{\langle n_1 \rangle}^{(1)}, C_{\langle n_2 \rangle}^{(2)}, C_{\langle n_3 \rangle}^{(3)}; Y_{\langle l \rangle} \right),$$

$$C_{\langle n_3 \rangle}^{(3)S} = C_{\langle n_3 \rangle}^{(3)S} \left( C_{\langle n_1 \rangle}^{(1)}, C_{\langle n_2 \rangle}^{(2)}, C_{\langle n_3 \rangle}^{(3)}; Y_{\langle l \rangle} \right).$$

Следовательно,

$$C_{\langle n_1 \rangle}^{(1)S} = S_{[n_1^S; 2]} \left( S_1(X'), S_2(X'') \right). \tag{3}$$

Таким образом, системный целевой эффект от внедрения ИТ-проекта (суммарный эффект процессов, проведенных в ходе его реализации за период его жизненного цикла) зависит от системных затрат на создание и эксплуатацию ИТ-инфраструктуры, а также на организацию ИТ-проекта и управление им. Соотношения (1)–(3) представляют собой формальное представление связи между характеристиками проекта. Конкретный вид этой функциональной зависимости может быть найден методами теории искусственного интеллекта, например путем обучения нейронной сети на основе обучающих примеров (supervised learning [7]).

Проводимый экономический анализ сопровождается значительным уровнем риска, поскольку проводится на первом этапе жизненного цикла ИТ-проекта. Поэтому мера качества ИТП носит вероятностный характер и может быть выражена следующим образом:

$$V_{DZ}^S = V \left( \hat{C}_{\langle n \rangle}^S \in \left\{ \hat{C}_{n^S}^{Sd} \right\} \right), \tag{4}$$

где  $V_{DZ}^S$  – вероятность достижения цели реализации ИТП;  $n^S = n_1^S + n_2^S + n_3^S$ .

Описания источников неопределенности носят различный характер, поскольку на первом этапе системного исследования ИТ-проекта и на этапе исследования процессов имеют различную природу. Поэтому вероятность  $V_{DZ}^S$  может быть трактована как субъективная в силу того, что многие оценки носят экспертный характер.

Учитывая выражения (1)–(3) и (4), можно утверждать, что

$$V_{DZ}^S = V_{DZ}^S (S_1(X_1'), S_2(X_2'')). \quad (5)$$

В ходе системного анализа проблемной ситуации могут быть выявлены свойства компонент  $A_{\langle n_1^s \rangle}^{(1)S}$ ,  $A_{\langle n_2^s \rangle}^{(2)S}$ ,  $A_{\langle n_3^s \rangle}^{(3)S}$  соотношения (4). На основе моделирования ИТИ и ИТП определяются характеристики  $C_{\langle n_1^s \rangle}^{(1)S}$ ,  $C_{\langle n_2^s \rangle}^{(2)S}$ . Предметом экономического анализа является определение показателя  $C_{\langle n_2^s \rangle}^{(2)S}$  и выявление его связи с  $S_1(A')$  и  $S_2(A'')$ .

Можно выделить следующие виды экономического анализа:

- 1) функционально-экономический (стоимостной) анализ;
- 2) технико-экономический анализ.

Основная задача функционально-экономического анализа заключается в исследовании взаимосвязи затрат на подготовку и проведение процесса с показателями ее качества, т.е. анализ зависимости  $C_{\langle n_2^s \rangle}^{(2)S}$  от  $C_{\langle n_1^s \rangle}^{(1)S}$ ,  $C_{\langle n_3^s \rangle}^{(3)S}$  и через них от  $S_1(A')$  и  $S_2(A'')$ :

$$C_{\langle n_2^s \rangle}^{(2)S} = C_{\langle n_1^s \rangle}^{(1)S} \left( C_{\langle n_3^s \rangle}^{(3)S}, C_{\langle n_3^s \rangle}^{(3)S}, Y_{\langle l_j \rangle}^S \right) \Rightarrow \\ \Rightarrow C_2(X_{\langle k'' \rangle}^S) = C_2 \left( S_{\langle k'' \rangle}^S; C_{\langle n_1^s \rangle}^{(1)S}, S_{\langle k'' \rangle}^S, Y_{\langle l_j \rangle}^S \right). \quad (6)$$

Основная задача технико-экономического анализа состоит в определении зависимости показателя качества ИТ-инфраструктуры от затрат на ее разработку и реализацию:

$$X_{\langle k' \rangle}^S = X_{\langle k' \rangle}^S (S_1; A_{\langle k' \rangle}^S) \Rightarrow \\ \Rightarrow S_1(X_{\langle k' \rangle}^S) = S_1(S_1; X_{\langle k' \rangle}^S). \quad (7)$$

Анализ затрат на реализацию ИТ-проекта необходимо осуществлять в полном соответствии с жизненным циклом проекта, состоящего из трех основных этапов (рис. 1). Соответственно, структуру затрат на реализацию ИТ-проекта можно представить в виде рис. 2. В свою очередь, основные затраты из-за различного влияния на получение целевого эффекта от реализации ИТ-проекта можно разделить на прямые (связанные с проектированием, разработ-

кой и эксплуатацией ИТ-инфраструктуры) и косвенные (направленные на обслуживание ИТ-инфраструктуры).

Введем следующие обозначения:

$S_1 = S_P$  – затраты на этапе проектирования ИТ-проекта;

$S_2 = S_I$  – затраты на этапе внедрения ИТ-проекта;

$S_3 = S_E$  – затраты на этапе реализации (эксплуатации) ИТ-проекта;

$\sum_{\text{КОСВ}}$  – суммарные косвенные затраты;

$\sum_{\text{СОПР}}$  – суммарные сопряженные затраты;

$\sum_{\text{СОПУТ}}$  – суммарные сопутствующие затраты;

$S_i(t)$  – интенсивность затрат на  $i$ -м этапе жизненного цикла ИТ-проекта.



Рис. 1. Основные этапы жизненного цикла ИТ-проекта

При этом интенсивность затрат на протяжении всего жизненного цикла ИТ-проекта можно представить в виде выражения:  $S_i(t) = \sum_{i=1}^3 S_i(t)$ . Тогда полные затраты  $S_{PR}$  на реализацию ИТ-проекта будут представлены в следующем виде:

$$S_{PR} = \int_{t_n}^{t_k} S_1(t) dt + \int_{t_n}^{t_k} S_2(t) dt + \int_{t_0}^{t_k} S_3(t) dt + \\ + S_{\text{КОСВ}} + S_{\text{СОПР}} + S_{\text{СОПУТ}}, \quad (8)$$

где  $t_n$  – начало жизненного цикла ИТ-проекта,  $t_0$  – начало ввода ИТ-проекта в эксплуатацию,  $t_k$  – конец жизненного цикла ИТ-проекта.

На каждом этапе жизненного цикла ИТ-проекта функция имеет максимум и уменьшается по мере завершения этапа. Однако на этапе эксплуатации ИТ-проекта интенсивность  $S_i(t)$  возрастает, поскольку для данного периода  $t$  характерно увеличение эксплуатационных расходов и ухудшение технических параметров функционирования ИТ-инфраструктуры. Поскольку сопряженные и сопутствующие затраты на модернизацию и совершенствование ИТ-инфраструктуры участвуют во многих процессах ИТ-проекта, то данное обстоя-

тельство необходимо учитывать в процессе их анализа. В связи с этим данные виды затрат распределяются между процессами ИТ-проекта в соответствии с потребностями каждого из них.



Рис. 2. Структура затрат на реализацию ИТ-проекта

Определение затрат на реализацию ИТ-проекта можно разделить на два этапа: формулирование критерия оценивания и оценивание затрат. Экономический анализ ведется применительно к сроку (периоду) реализации ИТ-проекта, при этом используются следующие среднегодовые показатели:

- $\bar{S}_{SRIP}$  – суммарная стоимость реализации ИТ-проекта;
- $\bar{S}_{SVP}$  – стоимость выполнения процесса;
- $\bar{S}_{SVTP}$  – стоимость выполнения типового процесса;
- $\bar{S}_{SEI}$  – стоимость элемента ИТ-инфраструктуры;
- $\bar{S}_{SPEI}$  – стоимость применения элемента ИТ-инфраструктуры;
- $\bar{S}_{SER}$  – эксплуатационные расходы;
- $\bar{S}_{SERD}$  – эксплуатационные расходы с учетом отвлечения денежных средств из оборота предприятия.

При этом

$$\bar{S}_{SPEI} = \frac{\bar{S}_{SRIP}}{N_{RIP}}, \tag{9}$$

где  $N_{RIP}$  – число единиц ресурсов, необходимых для реализации ИТ-проекта

$$\bar{S}_{SVP} = \bar{S}_{SPEI} N_{RP}, \tag{10}$$

где  $N_{RP}$  – число единиц ресурсов, необходимых для реализации одного процесса

$$\bar{S}_{SERD} = \bar{S}_{SER} K_y \bar{S}_{SRI}, \tag{11}$$

где  $K_y \bar{S}_{RI}$  – убытки из-за отвлечения денежных средств из оборота предприятия.

Средняя стоимость ИТ-проекта выражается суммой

$$\bar{S}_{SRI} = \bar{S}_{RPI} + \bar{S}_{RZO} + \bar{S}_{RMOI} + \bar{S}_{RIS} + \bar{S}_{ROP} + \bar{S}_{REI}, \tag{12}$$

- где слагаемыми являются средние показатели:
- $\bar{S}_{RPI}$  – расходы на проектирование ИТ-инфраструктуры;
- $\bar{S}_{RZO}$  – расходы на закупку технических средств (оборудования) ИТ-инфраструктуры;
- $\bar{S}_{RMOI}$  – расходы на монтаж оборудования ИТ-инфраструктуры;
- $\bar{S}_{RIS}$  – расходы на приобретение информационной системы (программного обеспечения, программного комплекса и т.п.);
- $\bar{S}_{ROP}$  – расходы на обучение персонала по работе с информационной системой;
- $\bar{S}_{REI}$  – расходы на эксплуатацию ИТ-инфраструктуры.

При экономическом анализе ИТ-проекта на этапе проектирования необходимо знать соотношение между его качеством и стоимостью:

$$\bar{S}_{EK} = \bar{S}_{EK} (X_{(k)}^{EK}), \tag{13}$$

где  $X_{(k)}^{EK}$  – вектор параметров и технических характеристик элемента ИТ-инфраструктуры.

Зависимость (13) представляет собой функцию стоимости, определяемую, например, с использованием статических методов или методов производственных функций.

Выбор состава факторов, обуславливающих организацию и протекание процесса, оказывает непосредственное влияние на качество моделей производственных функций. Первоначальный набор фактор определяется эмпирически, затем с использованием методов факторного анализа производится отбор наиболее значимых из них.

В основе построения РЭ-функций находится функционально-стоимостный анализ соотношений (6), в результате которого определяются зависимости затрат от факторов  $C_{(n_1)}^{(1)}$ , и от параметров  $X_{(k)}$  из отношения

$$C_{(n_1)}^{(1)} = \mathfrak{R}_{(n_1)} (C_{(n_2)}^{(2)}; X_{(k)}) = Q_{(n_1)} (X_{(k)}; C_{(n_2)}^{(2)}),$$

следует  $X_{(k)} = Q_{(k)}^{-1} (C_{(n_1)}^{(1)}; C_{(n_2)}^{(2)})$ , откуда

$$\bar{S}_{EK} = [\bar{S}_{EK} S_{(k)} (X_{(k)}^{EK})]. \tag{14}$$



Здесь

$$C_{(n_i)}^{(1)} \in \{C_{(n_i)}^{(1)d}\} \Rightarrow X_{(k)}^{EK} \in \{X_{(k)}^{EKd}\},$$

где  $C_{(n_i)}^{(1)d}$  – область допустимых значений целевых эффектов реализации ИТ-проекта.

Зависимости  $S_i(X_{(k)}^{EK}) [i = 1(1)k]$  могут иметь различный характер, но, как правило, их приводят к степенным или линейным функциям.

### Заключение

При исследовании эффективности ИТ-проектов наиболее сложным (и зачастую требующим более глубокого обоснования) этапом является определение показателей, называемых критериями или функциями ценности, полезности и т.д. Лежащие в их основе постулаты носят умозрительный характер, и реализующие их процедуры не определены. Значительное (основное) отличие критериальных функций результатов реализации ИТ-проекта и параметров ИТ-инфраструктуры заключается в том, что: первые – это характеристики процессов ИТ-проекта; вторые – эксплуатационно-технические характеристики ИТ-инфраструктуры. При этом требования к качеству результатов ИТ-проекта всегда носят односторонний характер, в то время как требования к параметрам ИТ-инфраструктуры могут быть как одно-, так и двухсторонними. Поэтому необходимо их разграничивать. Если при исследовании эффективности ИТ-проекта данных для определения закона распределения требуемых (предельно допустимых) значений показателя качества его результатов недостаточно, то могут быть использованы гарантированные – пессимистическая и оптимистическая оценки показателя эффективности ИТ-проекта при крайних значениях параметров и характеристик ИТ-инфраструктуры. Небольшая величина диапазона  $[V'_{DC}, V''_{DC}]$  значений показателя  $V_{DC}$  может служить обоснованием правомерности предъявля-

ния к результатам  $\hat{V}_{(n)}$  ИТ-проекта детерминированных требований  $A_{(n)}^3$ . Проведение экономического анализа ИТ-проекта по управлению ИТ-инфраструктурой предприятия представляет собой нетривиальную задачу, решение которой основывается на всестороннем анализе исходных условий и учете множества факторов, оказывающих влияние на реализацию проекта. Выбор методов оценивания экономической эффективности ИТ-проекта во многом зависит от условий его реализации и возможности сбора исходных данных.

Таким образом, в статье определены основные виды ресурсов, которые необходимо учитывать в процессе оценивания экономической эффективности ИТ-проектов, основные задачи проведения функционально-экономического и технико-экономического анализа, представлена структура затрат на реализацию ИТ-проектов, рассмотрены основные методы определения затрат на реализацию ИТ-проектов, сформулированы методические рекомендации по определению средней стоимости ИТ-проектов.

### Список литературы

1. Винокуров Ю.А. Эффективность как фундаментальная экономическая категория // Современные тенденции в экономике и управлении: новый взгляд. 2010. № 2. С. 155–159.
2. Коган А.Б., Болдырева Н.П. Теоретические аспекты эффективности экономических систем // Вестник Оренбургского государственного университета. 2006. № 8 (58). С. 45–55.
3. Генкин Б.М. Основания экономической теории и методы организации эффективной работы. М.: Норма, 2009. 448 с.
4. Шафронов А.Д. Новый подход к эффективности производства // Экономист. 2003. № 3. С. 81–84.
5. Gladkov I.A., Nehotina V.S. An integrated approach to the choice of methods of evaluation of IT-projects // Экономика, статистика и информатика. Вестник УМО. 2015. № 5. С. 159–163.
6. Вовченко А.И., Добрунова А.И., Ломазов В.А., Маторин С.И., Михайлова В.Л., Петросов Д.А. Анализ сложных динамических систем на основе применения экспертных технологий. Белгород: Изд-во БелГСХА, 2013. 262 с.
7. Russell S., Norvig P. Artificial Intelligence: A Modern Approach (AIMA-3). Prentice Hall, 2010. 1152 p.