

УДК 330.46:65.01

д.э.н. **Бизянов Е. Е.**  
(ДонГТУ, г. Алчевск, ЛНР)

## МОДЕЛЬ ЗАМЕНЫ АППАРАТНЫХ СРЕДСТВ И ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ЭКОНОМИЧЕСКОГО ОБЪЕКТА

*В статье предложена модель замены аппаратных средств и программного обеспечения информационной системы экономического объекта. Рассмотрены особенности ремонта аппаратных средств информационной системы. Предлагается при оценке возможности эффективной эксплуатации аппаратных средств и программного обеспечения учитывать их совместимость и научно-технический уровень.*

**Ключевые слова:** информационная система, экономический объект, аппаратные средства, программное обеспечение, затраты, выгоды, совместимость, научно-технический уровень.

**Проблема и ее связь с научными и практическими задачами.** Своевременная замена оборудования (аппаратных средств — АС) и программного обеспечения (ПО) является одним из условий эффективного использования информационной системы (ИС). В отличие от промышленного оборудования, подверженного всем видам износа, эксплуатация АС и ПО ИС имеет ряд особенностей:

– информационные системы, как правило, не принимают непосредственного участия в производстве товарной продукции, поэтому напрямую оценить производительность аппаратных средств и программного обеспечения ИС сложно [1];

– для программного обеспечения ИС замену можно рассматривать не только как замену на программное обеспечение другой марки (или фирмы), но и как переход на его новую версию той же марки (обновление);

– оборудование ИС практически не подвержено физическому износу, по крайней мере, этот вид износа напрямую не связан с выпуском товарной продукции [1];

– скорость морального износа аппаратных средств и программного обеспечения ИС гораздо выше, чем у промышленного оборудования.

Известные подходы к решению задачи замены оборудования используют метод динамического программирования, с учетом выгод от эксплуатации оборудования,

затрат на его эксплуатацию и его остаточной стоимости [2, 3], а также показателей надежности [3].

Использование известных методов решения задачи замены оборудования для информационной системы затруднено по той причине, что ее влияние на бизнес-результаты экономического объекта носит косвенный, транзитивный характер [1].

Использование известных статистических и регрессионных моделей [2, 3] для решения задачи замены АС и ПО информационных систем затруднено по причине высокой скорости научно-технического прогресса в их производстве. Таким образом, к моменту накопления статистических данных об отказах оборудования и программ и/или об изменениях их показателей производители перестанут выпускать не только такое оборудование и программы, но и запасные части (обновления) к ним.

Поэтому решение задачи о замене АС и ПО информационной системы следует осуществлять с учетом перечисленных выше особенностей.

**Постановка задачи.** Целью данной статьи является разработка модели замены аппаратных средств и программного обеспечения информационной системы с учетом особенностей их эксплуатации.

**Изложение материала и его результаты.** В большей части оборудования ИС фи-

зический износ проявляется слабо. Изнашиваются в основном механические узлы принтеров, подшипники вентиляторов и жестких дисков, лазеры приводов CD/DVD, стареет изоляция проводников, изменяются свойства электрических конденсаторов. Однако этот износ незначителен и может даже не проявить себя за период амортизации техники. Гораздо большее влияние оказывают условия эксплуатации: окружающая температура, влажность, запыленность, наличие активных веществ в воздухе, вибрации, перепады питающего напряжения и т. п. Если устранить эти факторы, оборудование будет работать десятки лет. При этом производительность оборудования ИС со временем практически не изменяется [1].

С моральным износом оборудования ИС ситуация несколько сложнее. Скорость, с которой на рынке появляются новые изделия вычислительной и оргтехники, очень высокая: в течение одного года может появиться несколько десятков новых моделей. Поэтому в данном случае проявляет себя скорее моральный износ 1-го и 3-го вида [4], а именно: рост производительности труда в IT-отрасли, функциональный, эргономический износ, «модное» устаревание.

Ремонт аппаратных средств ИС также имеет свои особенности. В современных условиях ремонт АС путем замены отдельных узлов не всегда возможен и целесообразен. Это связано, в первую очередь, с распространением интегрированной технологии изготовления значительной части блоков вычислительной техники. Кроме того, фирмы-производители оборудования уже через несколько лет после начала выпуска какой-либо модели АС просто перестают выпускать комплектующие для нее. Рассмотрим пример. Пусть вышел из строя процессор в системном блоке компьютера, который эксплуатировался 5 лет. Найти аналогичную замену сложно, а попытка установки процессора новой модели заранее обречена на неудачу: за прошедший период фирмы-производители поменяли не только сами процессоры, но и материнские платы к

ним, тактовую частоту системной шины, конфигурацию мостов и пр. Таким образом, единственным вариантом замены является замена комплекта: процессор + материнская плата + оперативная память. А это примерно 60–80 % стоимости системного блока, поэтому проще купить новый системный блок, чем ремонтировать старый.

Создание запасов комплектующих для ремонта оборудования вызывает иные проблемы: во-первых, не всегда возможно заранее определить, какие именно комплектующие выйдут из строя (исключение составляют, пожалуй, запасные части для принтеров, проводники и конденсаторы общего применения); во-вторых, создание запасов само по себе вызывает негативный эффект «замораживания» оборотных средств и образования залежей неликвидов — а это текущие и будущие потери.

Одним из факторов при решении задачи замены оборудования выступает выгода (экономия, прибыль) от его эксплуатации [2, 3]. Информационная система также позволяет получать дополнительные экономические выгоды, причем в формировании бизнес-результатов экономического объекта принимают участие и аппаратные средства, и программное обеспечение информационной системы. При этом эффективность использования информационной системы и ее составляющих удобнее оценивать на уровне подсистем, обслуживающих определенную предметную область (информационных контуров управления экономического объекта) [1].

В предлагаемой модели учитываются затраты на АС и ПО информационной системы экономического объекта, а также получаемые от их эксплуатации выгоды. Особенности эксплуатации АС и ПО информационной системы учитываются за счет ввода коэффициента совместимости АС и ПО, а также за счет использования показателя научно-технического уровня информационной системы. За временной период будем принимать месяц, квартал или год.

**ЭКОНОМИКО-МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ, БИЗНЕС-ИНФОРМАТИКА**

Метод амортизационных отчислений приемем линейным [4], тогда амортизационные отчисления для объектов АС и ПО в текущем периоде  $t$  составят:

$$A_i^{HW}(t) = C_B^{HW} \cdot NA_i^{HW}; \quad (1)$$

$$A_j^{SW}(t) = C_B^{SW} \cdot NA_j^{SW}, \quad (2)$$

где  $t$  — номер текущего периода расчета;

$A_i^{HW}(t)$ ,  $A_j^{SW}(t)$  — амортизационные отчисления в период  $t$  для  $i$ -го объекта АС и  $j$ -го объекта ПО соответственно;

$C_B^{HW}$ ,  $C_B^{SW}$  — начальная стоимость  $i$ -го объекта АС и  $j$ -го объекта ПО соответственно;

$NA_i^{HW}$ ,  $NA_j^{SW}$  — принятая согласно законодательству норма амортизационных отчислений для  $i$ -го объекта АС и  $j$ -го объекта ПО соответственно.

Так как после каждого ремонта (обновления) объектов АС и ПО их остаточная стоимость увеличивается на величину затрат на ремонт (обновление) [4], остаточную стоимость объектов АС и ПО будем определять по формулам:

$$C_{RS}^{HW}(t) = C_{RS}^{HW}(t-1) - A_i^{HW}(t) + C_{RP}^{HW}(t-1), \quad (3)$$

$$C_{RS}^{SW}(t) = C_{RS}^{SW}(t-1) - A_j^{SW}(t) + C_{RP}^{SW}(t-1), \quad (4)$$

где  $t$  и  $t-1$  — номер текущего и предыдущего периода фиксации затрат соответственно;

$C_{RS}^{HW}(t)$ ,  $C_{RS}^{SW}(t)$  — остаточная стоимость  $i$ -го объекта АС и  $j$ -го объекта ПО соответственно в текущем периоде  $t$ ;

$C_{RS}^{HW}(t-1)$ ,  $C_{RS}^{SW}(t-1)$  — остаточная стоимость  $i$ -го объекта АС и  $j$ -го объекта ПО соответственно в предыдущем периоде  $t-1$ ;

$A_i^{HW}(t)$ ,  $A_j^{SW}(t)$  — амортизационные отчисления в период  $t$  для  $i$ -го объекта АС и  $j$ -го объекта ПО соответственно, рассчитанные по (1) и (2);

$C_{RP}^{HW}(t-1)$ ,  $C_{RP}^{SW}(t-1)$  — затраты на ремонт  $i$ -го объекта АС и обновление (модернизацию)  $j$ -го объекта ПО соответственно в предыдущем периоде  $t-1$ .

Таким образом, полные затраты на  $i$ -й объект АС и  $j$ -й объект ПО информационной системы в периоде  $t$  составят:

$$C_{FULL}^{HW} i(t) = \sum_{d=1}^t \left( A_i^{HW}(d) + C_{RP}^{HW}(d) + C_{MN}^{HW}(d) \right), \quad (5)$$

$$C_{FULL}^{SW} j(t) = \sum_{d=1}^t \left( A_j^{SW}(d) + C_{RP}^{SW}(d) + C_{MN}^{SW}(d) \right), \quad (6)$$

где  $C_{FULL}^{HW} i$ ,  $C_{FULL}^{SW} j$  — полные затраты на  $i$ -й объект АС и  $j$ -й объект ПО соответственно;

$C_{MN}^{HW}$ ,  $C_{MN}^{SW}$  — затраты на текущее обслуживание  $i$ -го объекта АС и  $j$ -го объекта ПО соответственно.

Выгоды, полученные от эксплуатации объектов АС и ПО в составе комплексов (подсистем информационной системы экономического объекта), можно определить, например, с помощью эконометрических и нечетких моделей [1].

Пусть  $K = \{1, \dots, K\}$  — множество комплексов информационной системы, каждый из элементов которого включает в себя как объекты АС, так и связанные с ними объекты ПО. Примем также, что одни и те же объекты ПО не используются различными объектами АС. Тогда, обозначив через  $B_k(t)$  выгоду, полученную за счет эксплуатации  $k$ -го комплекса ИС, определим выгоду от каждого входящего в  $k$ -й комплекс объекта АС и ПО следующим образом:

$$B_z^{Type}(t) = B_k(t) \cdot w_z, \forall z \in K_z, \quad (7)$$

где  $B_z^{Type}(t)$  — выгода, полученная за счет эксплуатации  $z$ -го элемента  $k$ -го комплекса ИС;

$Type$  — тип объекта ( $HW$  — АС,  $SW$  — ПО);

$K_z \in \mathbf{K}$  — подмножество множества  $K$ , включающее в себя объекты АС и ПО, входящие в  $z$ -й комплекс (подсистему ИС);

$w_z$  — весовой коэффициент, учитывающий вклад объекта АС или ПО в полученную от эксплуатации комплекса выгоду, причем

$$0 < w_i \leq 1, \forall i = \overline{1, N}, \sum_{i=1}^N w_i = 1, \quad (8)$$

где  $N$  — мощность подмножества  $K_z$ .

Коэффициенты  $w_z$  в (8) можно представить экспертными оценками, нечеткими числами, или же распределить их пропорционально стоимости объектов АС и ПО.

Накопленные выгоды (бизнес-результаты — экономия, прибыль) от совместного использования объектов АС и ПО, входящих в  $k$ -й комплекс (подсистему ИС) рассчитаем по формуле

$$B_{SUMk}(T) = \sum_{t=1}^T B_k(t), \quad (9)$$

где  $T$  — номер периода фиксации выгод;  $B_{SUMk}(T)$  — накопленная выгода от эксплуатации  $k$ -го комплекса объектов АС и ПО на момент фиксации;  $B_k(t)$  — выгоды от эксплуатации  $k$ -го комплекса объектов АС и ПО в периоде  $t$ .

Введем коэффициент, учитывающий совместимость АС и ПО:

$$K_{CMP} = \begin{cases} 1 - \text{полная} \\ 0,5 - \text{частичная}, \\ 0 - \text{отсутствие}. \end{cases} \quad (10)$$

Совместимость следует трактовать следующим образом. Так, например, если на

сервере установлен 64-разрядный процессор, а операционная система 32-разрядная, то сервер и операционная система полностью совместимы. Если же имеет место обратная картина, то совместимость частичная.

Научно-технический уровень (НТУ) аппаратных средств  $STL^{HW}$  и программного обеспечения  $STL^{SW}$ , а также подсистем  $STL^{SS}$  информационной системы отражает их соответствие современным достижениям науки и техники [1], и фактически содержит в интегрированной форме оценку степени соответствия объектов АС и ПО выполняемым ими функциям в информационной системе. Следовательно, показатели НТУ можно трактовать, как степень морального износа 3-го вида.

Учтем также, что при списании объектов АС и ПО экономический объект несет затраты на ликвидацию (списание, утилизацию) аппаратных средств  $C_{LQ}^{HW}$  и программного обеспечения  $C_{LQ}^{SW}$  [3, 4].

Окончательно задачу замены объектов АС и ПО сформулируем таким образом:  $i$ -й объект АС или  $j$ -й объект ПО подлежит замене и, соответственно, ликвидации, если выполняются следующие условия:

$$\begin{cases} w_z \cdot B_{SUMk}(T) \leq C_{FULLi \vee j}^{Type}(T) + \\ + C_{LQ}^{Type}{}_{i \vee j}(T), \forall z \in K, \\ K_{CMPz}(T) \cdot STL_z^{Type}(T) \geq 0,5. \end{cases} \quad (11)$$

При оценке условий (11) коэффициент совместимости  $K_{CMP}$  и научно-технический уровень  $STL$  определяются на момент оценки — за период с номером  $T$ . Второе условие в (11) позволяет выявить момент необходимой замены оборудования или программного обеспечения с упреждением, до того, как их эксплуатация станет невыгодной.

Задачу замены аппаратных средств и программного обеспечения ИС следует решать в динамике в процессе их эксплуатации. Момент времени, когда необходимо произвести соответствующую замену, определяется точ-

кой окупаемости (первое условие в (11) — выгоды превышают затраты или равны им), совместимостью объектов аппаратных средств и установленного на них программного обеспечения, а также их научно-техническим уровнем (второе условие).

**Выводы и направление дальнейших исследований.** Проведенные в статье исследования позволили выявить особенности замены аппаратных средств и программного обеспечения информационной

системы: физический износ практически отсутствует, имеет место моральный износ 1-го и 3-го рода, а объекты аппаратных средств и программного обеспечения связаны между собой, и, следовательно, влияют на эффективность друг друга. Для учета этих особенностей предложено ввести в модель замены аппаратных средств и программного обеспечения коэффициент совместимости, а также учитывать их научно-технический уровень.

### Библіографічний список

1. Бізянов, Є. Є. *Управління ефективним розвитком інформаційних систем економічних об'єктів [Текст] : монографія / Є. Є. Бізянов ; [наук. ред. чл.-кор. НАН України, д.е.н., проф. Ю. Г. Лисенко]. — Донецьк : Вид-во «Ноулідж». — 2013. — 319 с.*
2. Таха, Хемди А. *Введение в исследование операций [Текст] / Хемди А. Таха ; пер. с англ. — [7-е издание]. — М. : Издательский дом «Вильямс», 2005. — 912 с.*
3. Соловьева, М. Х. *Методы эффективного управления процессом замены оборудования предприятия [Текст] : дис. ... канд. техн. наук / М. Х. Соловьева ; Московский гос. ун-т им. М. В. Ломоносова. — М., 2008. — 202 с.*
4. Козьменко, С. Н. *Амортизация и оптимальные сроки службы техники [Текст] : монография / С. Н. Козьменко и др. — Сумы : Деловые перспективы, 2005. — 223 с.*

© Бізянов Є. Є.

*Рекомендована к печати д.э.н., проф. зав. каф. ЭП ЛНУ им. В. Даля Максимовым В. В.*

*Статья поступила в редакцию 13.02.19.*

д.е.н. Бізянов Є. Є. (ДонДТУ, м. Алчевськ, ЛНР)

### МОДЕЛЬ ЗАМІНИ АПАРАТНИХ ЗАСОБІВ ТА ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ ЕКОНОМІЧНОГО ОБ'ЄКТА

*У статті запропоновано модель заміни апаратних засобів і програмного забезпечення інформаційної системи економічного об'єкта. Розглянуто особливості ремонту апаратних засобів інформаційної системи. Пропонується під час оцінки можливості ефективної експлуатації апаратних засобів і програмного забезпечення враховувати їх сумісність і науково-технічний рівень.*

**Ключові слова:** *інформаційна система, економічний об'єкт, апаратні засоби, програмне забезпечення, витрати, вигоди, сумісність, науково-технічний рівень.*

Dr. Econ. Sciences Bizyanov Y. Y. (DonSTU, Alchevsk, LPR)

### THE HARDWARE AND SOFTWARE REPLACEMENT MODEL OF ECONOMIC ENTITY INFORMATION SYSTEM

*The paper proposes a model of replacing hardware and software of information system of economic entity. The features of information system's hardware repair are considered. Proposed in the possibilities evaluation of efficient operation take into account hardware and software compatibility, and their scientific and technical level.*

**Key words:** *information system, economic entity, hardware, software, expenses, benefits, compatibility, scientific and technical level.*