

УДК 330.17

ОПТИМИЗАЦИЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СОВОКУПНЫХ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ПРЕДПРИЯТИЕМ

Котляр Л.М., Вильданов А.Н.

Камский государственный политехнический институт, Набережные Челны

Введенные на основе использования фундаментальных моделей экономического анализа информационных технологий — модели бизнес-процессов ITSM, модели учета затрат совокупной стоимости владения (ССВ- *Total Cost of Ownership*), модели функционально-стоимостного анализа (*Activity Based Costing*) обобщенные показатели использования совокупных ресурсов информационной системы отражают эффективность использования ресурсов системы, или некоторую среднюю загрузженность системы. Модель обобщенной оценки использования ресурсов системы позволяет выявить, описать и учесть неоднородность загруженности ресурсов системы и решить задачу оптимального использования совокупных ресурсов информационной системы управления предприятием.

Концепция совокупной стоимости владения (ССВ) информационными технологиями (ИТ) (Англ.: TCO - **Total Cost of Ownership**) была выдвинута компанией Gartner Group в конце 80-х годов. Под совокупной стоимостью владения понимается сумма прямых и косвенных затрат, которые несет владелец информационной системы за период жизненного цикла последней. Основное преимущество модели ССВ по сравнению с предшествующими методиками учета состоит в выявлении и анализе скрытых затрат.

Стоимость владения ИТ-инфраструктуры предприятия в целом, равно как и стоимость отдельно взятого рабочего места, — не более чем итоговая оценка затрат на ИТ. Для управления затратами такой итоговой оценки совершенно недостаточно; требуется сопоставление затрат по определенным категориям — статьям учета, подразделениям и т.д. Для распределения затрат по категориям, в свою очередь, необходим некоторый набор «ячеек», на которые относятся затраты в управленческом учете. Каждая такая ячейка должна иметь признаки категорий, необходимые для последующего анализа затрат. Именно такие ячейки и именуется объектами затрат.

В анализе ССВ исторически в качестве объекта затрат принята информационная система [1]. В рамках этого подхода ССВ определяется для всех информационных систем, установленных на предприятии, путем сложения всех затрат, связанных с использованием данной информационной системы. ССВ ИТ-инфраструктуры в целом рассчитывается как сумма ССВ информационных систем, существующих на предприятии. Наибольшие проблемы при подобном выборе объекта затрат вызывает бюджетирование информационной службы (ИС).

Базовый принцип современной модели управления ИС — управление сервисами ИТ. Концептуальную основу модели обеспечил про-

ект ITIL [2], посвященный сбору и анализу данных о передовой практике управления ИС в современных компаниях. Основные производители программного обеспечения по управлению сложными информационными системами — IBM, Hewlett-Packard, Spectrum — разрабатывают на основе ITIL собственные модели бизнес-процессов ИС. Из этих моделей на сегодняшний день экономический аспект наиболее развит в модели ITSM (Information Technology Service Management) компании Hewlett-Packard [3]. Модель представляет собой целостную систему взаимосвязанных бизнес-процессов.

В рамках модели ITSM за объект затрат принимается сервис ИТ. ССВ определяется в этом случае как сумма затрат предприятия, связанных с эксплуатацией сервиса ИТ, а ССВ ИТ-инфраструктуры — как сумма ССВ всех сервисов ИТ, существующих на предприятии. Такой подход обеспечивает непосредственное решение задачи бюджетирования. Достаточность мощности информационной службы также определяется непосредственно — путем анализа требований к доступности и уровню сервиса в сопоставлении с наличными возможностями информационной службы.

Рассмотрение основных параметров сервиса (сохранение сервиса, доступность сервиса, уровень сервиса, производительность сервиса, наличие обходного пути) ИТ приводит к выводу, что выбор сервиса ИТ как объекта затрат позволяет более полно производить учет ССВ.

Таким образом, хотя функционирование информационной системы является необходимым условием предоставления сервиса ИТ, между ССВ информационной системы и ССВ сервиса ИТ нет однозначного соответствия. Использование информационной системы в качестве объекта затрат имеет два принципиальных недостатка. С одной стороны, игнорируются существенно влияющие на ССВ параметры сервисов ИТ, исполь-

зующих эти системы. С другой — ряд категорий затрат, прежде всего потери от простоя, привязывается к информационным системам произвольно, что снижает объективность данных учета.

Сервис ИТ представляет собой сложный экономический объект, использующий множество различных ресурсов. При этом ресурсы, в свою очередь, задействованы во множестве различных сервисов ИТ. Для решения такой задачи используется метод функционально-стоимостного анализа (Англ.: Activity Based Costing - ABC).

ABC – это система учета затрат, основанная на том, что на предприятии источником накладных (операционных) расходов является большое число процессов, требующихся для успешного производства и управления. Так как ресурсы (в том числе, в части накладных расходов) потребляют процессы, а продукты (или проекты) требуют выполнения данных процессов, то стоимость продуктов связана со стоимостью ресурсов. Но ABC предоставляет не только точные данные об издержках, но и информацию об источниках затрат. Другими словами, ABC позволяет полноценно отслеживать накладные расходы.

Рассмотрим основные понятия методологии ABC:

- объект затрат — конечный продукт или услуга, затраты на которую анализируются в модели;
- ресурс — любой фактор производства, используемый предприятием;
- функция (действие, вид деятельности) — процедура, которая осуществляется людьми или машинами для получения объекта затрат;
- фактор затрат — измеритель интенсивности потребления функции или ресурса. Фактор затрат, измеряющий интенсивность потребления ресурса, называется фактором затрат ресурсов. Фактор затрат, измеряющий интенсивность потребления функции, называется фактором интенсивности функции (фактором использования).

Таким образом, в рамках модели ABC определяется интенсивность потребления функций в расчете на каждый объект затрат, с одной стороны, и интенсивность потребления ресурсов функциями — с другой, что, в частности, подразумевает определение факторов затрат для всех функций [3].

Опишем сервисы ИТ в терминах ABC. В качестве объекта затрат выступает сервис ИТ. Уточним лишь, что объектами затрат считаются внешние сервисы ИТ, то есть сервисы, которые ИС оказывает бизнес-подразделениям. В качестве функций (видов деятельности, activities) выступают внутренние сервисы или функции ИС, то есть сервисы, предоставляемые одним подразделением ИС другому подразделению в рамках ИС. К ресурсам относятся персонал ИС, оборудо-

дование, ПО, телекоммуникационные услуги, услуги консалтинга, услуги аутсорсинга и т.д. Задача ABC состоит в определении того, каким образом стоимость ресурсов распределяется по объектам затрат.

Решение этой задачи осуществляется в несколько шагов:

1. Для каждого внешнего сервиса определяется натуральный количественный измеритель. Основное требование к натуральному измерителю — однородность, то есть близкий объем работ для каждой единицы измерителя. Если такого измерителя не существует, сервис должен быть разделен на два или более.

2. Для каждого внешнего сервиса определяются обеспечивающие его виды деятельности (функции), а для каждого вида деятельности фактор интенсивности использования (натуральный показатель, характеризующий затраты j-го вида деятельности на единицу i-го внешнего сервиса). Пример такого показателя — один вызов для деятельности по поддержке пользователей.

3. Для каждого вида деятельности определяются обеспечивающие его ресурсы, а для каждого ресурса — фактор затрат ресурса (натуральный показатель, характеризующий затраты k-го ресурса на единицу фактора интенсивности использования j-го вида деятельности).

4. В затратах, составляющих ССВ, присутствуют затраты, не связанные с использованием каких-либо ресурсов, — потери от простоя сервиса. Эти потери на этапе построения модели определяются в единицах натурального измерителя внешнего сервиса (одна проводка, один отчет, одно задание печати).

5. Определяются количественные отношения между натуральными измерителями внешних сервисов, факторов интенсивности использования видов деятельности и факторов затрат ресурсов. На данном этапе устанавливаются q_i — число потребляемых за период единиц i-го ресурса, a_{ij} — число единиц фактора интенсивности использования j-го вида деятельности, потребляемых на единицу i-го объекта затрат, r_{jk} — число единиц фактора затрат k-го ресурса, потребляемых на единицу фактора интенсивности использования j-го вида деятельности.

Результатом выполнения шагов 1—5 является построение модели сервиса — совокупности натуральных измерителей, определяющих количественные соотношения внешних сервисов, видов деятельности (функций) и ресурсов.

6. Определяется стоимость фактора затрат ресурсов в денежном измерении.

7. Определяется стоимость сервиса. При известной цене единицы фактора затрат каждого ресурса цена единицы фактора интенсивности использования вида деятельности рассчитывается по формуле

$$C_j^n = \sum_{k=1}^n r_{jk} C_k^r \quad (1)$$

где C_j^n — цена единицы фактора интенсивности использования j-го ресурса;

r_{jk} — число единиц фактора затрат k -го ресурса, потребляемых на единицу фактора интенсивности использования j -го вида деятельности;

C_k^r — цена единицы фактора затрат k -го ресурса.

n — число различных видов ресурсов.

С учетом формулы (1) получаем для единицы измерения внешнего сервиса:

$$C_i^s = \sum_{j=1}^m a_{ij} \sum_{k=1}^n r_{jk} C_k^r \quad (2)$$

где C_i^s — цена единицы измерения i -го внешнего сервиса;

a_{ij} — число единиц фактора затрат j -го вида деятельности, потребляемых на единицу i -го внешнего сервиса;

m — число различных видов деятельности.

Себестоимость сервиса рассмотрим в периоде $[0, T]$.

Тогда

$q_i = T / \Delta\tau_i$ — число единиц i -го сервиса, потребленных за период T .

$\Delta\tau_i$ — время за которое оказывается одна единица i -го сервиса.

Сумма потерь от простоя сервиса зависит от длительности простоя t и задается формулой

$$V_i^n = F_i(t) \quad (3)$$

где $F_i(t)$ — функция, заданная в аналитическом или табличном виде.

С учетом потребления сервиса за единицу времени (2) получаем потребление сервиса в рассматриваемом периоде:

$$V_i^s = q_i \sum_{j=1}^m a_{ij} \sum_{k=1}^n r_{jk} C_k^r \quad (4)$$

Наконец, с учетом потерь от простоев сервиса и его потребления в рассматриваемом периоде $[0, T]$ получаем себестоимость i -го сервиса:

$$V_i = V_i^s + V_i^n = q_i \sum_{j=1}^m a_{ij} \sum_{k=1}^n r_{jk} C_k^r + F_i(t) \quad (5)$$

Бизнес выдвигает перед информационной службой необходимые ему параметры сервисов ИТ, а информационная служба (ИС) обеспечивает разработку и сопровождение соответствующих сервисов. При определении финансового результата от планируемого сервиса бизнес определяет поток доходов, связанный с использованием сервиса, тогда как ИС определяет себестоимость сервиса, связанный с его разработкой, внедрением и сопровождением. Сложение обоих потоков и дает финансовый результат. Проекты развития сервисов, удовлетворяющие при этом целям предприятия, вносятся в бюджет; не удовлетворяющие — исключаются

Расчет себестоимости по формуле (5) позволяет определить затраты на сервис ИТ, но не позволяют оценить эффективность использования ресурсов ИТ.

Введем обозначения:

$$A = \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1m} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2m} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{l1} & a_{l2} & \dots & a_{lm} \end{pmatrix} - \text{матрица затрат единиц}$$

видов деятельности на единицу сервиса, где a_{ij} — число единиц фактора затрат j -го вида деятельности, потребляемых на единицу i -го внешнего сервиса, l — число внешних сервисов.

$$R = \begin{pmatrix} r_{11} & r_{12} & \dots & r_{1n} \\ r_{21} & r_{22} & \dots & r_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ r_{m1} & r_{m2} & \dots & r_{mn} \end{pmatrix} - \text{матрица затрат единиц}$$

ресурсов на единицу вида деятельности, где r_{jk} — число единиц k -го ресурса, потребляемого единицей j -го вида деятельности.

$$E = \begin{pmatrix} e_{11} & e_{12} & \dots & e_{1n} \\ e_{21} & e_{22} & \dots & e_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ e_{l1} & e_{l2} & \dots & e_{ln} \end{pmatrix} - \text{матрица затрат ресурсов}$$

на единицу сервиса,

где e_{ik} — число единиц k -го ресурса, потребляемого единицей i -го внешнего сервиса.

Элементы матрицы E вычисляются следующим образом:

$$e_{ik} = \sum_{j=1}^m a_{ij} r_{jk}, \quad i=1, \dots, l; k=1, \dots, n \quad (6)$$

или в матричной форме $E = A \cdot R$ (7)

Тогда компоненты вектора $d = (d_1, d_2, \dots, d_n)$,

вычисляемые по формуле: $d_k = \sum_{i=1}^l q_i e_{ik}$ (8)

определяют потребление ресурсов внешними сервисами за определенный период $[0, T]$.

Пусть компоненты вектора $z = (z_1, z_2, \dots, z_n)$ определяют максимально возможные значения количества единиц ресурсов, которые могут быть предоставлены ИС для использования в сервисах за тот же период времени.

Определим вектор $X = (x_1, x_2, \dots, x_n)$ по следующему правилу:

$$x_k = \frac{d_k}{z_k} \quad (9)$$

Компоненты вектора $x_k \geq 0$ по определению. Вектор X отражает степень использования ресурсов ИС. Каждый из ее компонентов (x_1, x_2, \dots, x_n) отражает относительную степень использования потенциала соответствующего ресурса информационной системы.

Существенное недоиспользование ресурса неко-

того r -ого компонента в предлагаемой модели отражается тем, что будет иметь место элемент $x_r < I$, меньший некоторого допустимого значения $x_r < x_{rdon}$; тогда уровень недозагруженности этого компонента определится выражением

$$f_r = I - x_r \quad (10)$$

Вычислим по формуле (10) вектор $F=(f_1, f_2, \dots, f_n)$. Будем предполагать, что все компоненты вектора F неотрицательны, т.е. система работает без перегрузки.

Введем в рассмотрение вектор $Y=(y_1, y_2, \dots, y_m)$, где y_i – количество единиц сервиса i -го типа, которое может быть оказано информационной системой на базе недоиспользованных ресурсов.

Тогда неравенство

$$e_{11}y_1 + e_{21}y_2 + \dots + e_{m1}y_m \leq f_1 n_1 \quad (11)$$

означает, что суммарное использование ресурса первого типа всеми сервисами не может превышать имеющегося в наличии неиспользованного объема ресурса. Тогда для всех типов ресурсов имеем следующую систему ограничений:

$$\begin{cases} e_{11}y_1 + e_{21}y_2 + \dots + e_{m1}y_m \leq f_1 n_1 \\ e_{12}y_1 + e_{22}y_2 + \dots + e_{m2}y_m \leq f_2 n_2 \\ \dots \\ e_{1n}y_1 + e_{2n}y_2 + \dots + e_{mn}y_m \leq f_n n_n \end{cases} \quad (12)$$

По условию задачи, очевидно, что переменные y_i могут принимать только целочисленные неотрицательные значения, т.е.

$$y_i \geq 0, y_i - \text{целые числа} \quad (13)$$

Введем в рассмотрение целевую функцию

$$Z = C_1 y_1 + C_2 y_2 + \dots + C_n y_n \quad (14)$$

где C_i – стоимость единицы i -го сервиса,

Z – суммарная стоимость единиц сервисов, которые могут быть оказаны на основе имеющихся в нали-

чий неиспользованных объемов ресурсов.

Таким образом, экономико-математическая модель задачи оптимального использования недозагруженных ресурсов формулируется следующим образом: найти такое количество единиц сервисов $Y=(y_1, y_2, \dots, y_m)$, удовлетворяющее системе ограничений (12) и условию (13), при котором функция (14) принимает максимальное значение.

Так как целевая функция представляет линейную функцию, а функции в системе ограничений также линейны, то такая задача является задачей линейного программирования. Исходя из содержательного смысла, ее решения должны быть целыми числами, поэтому эта задача целочисленного линейного программирования. Задача может быть решена универсальным методом решения задач линейного программирования – симплексным методом. Для получения целочисленного решения могут быть использованы методы целочисленной оптимизации, например метод Гомори [4].

Список литературы

1. ITIL Essentials for IT Service Management, материалы учебного курса, версия В.00. — Hewlett-Packard Education, 1998.
2. Кокинс Г., Страттон А., Хелблинг Д. Учебник по методологии функционального учета затрат. — М.: ВИП «Анатех», 2000.
3. Скрипкин К.Г. Экономическая эффективность информационных систем. – М.: ДМК Пресс, 2002. -256 с.
4. Шикин Е.В., Чхартишвили А.Г. Математические методы и модели в управлении: Учебное пособие.- М.: Дело, 2000. -440 с.

Optimization of using of total resources of the informational control system by enterprise

Kotlyar L.M., Vildanov A.N.

Introduced on the basis of using of fundamental models of the economic analysis of informational technologies – models of business processes ITSM, models of total cost of ownership (TCO), models of activity based costing (ABC), the generalized parameters of using of total resources of informational system reflect the efficiency of using of system resources, or average congestion of system.

The model of the generalized rating of using of system resources allows to reveal, describe and take into account the heterogeneity of congestion of system resources and to solve a task of optimum use of total resources of the informational control system by enterprise.