

Pron, N. O. "Vymohy do elektronnykh dokumentiv: mizhnarodna praktyka ta dosvid Ukrainy" [Requirements for Electronic Records: international practice and experience of Ukraine]. Zbirnyk naukovykh prats NUDPSU. Seriiia "Ekonomiczni nauky", no. 1 (2012): 356-366.

Selchenkova, S. V. "Dokumentoobih: analiz ta vdoskonalennia" [Document analysis and improvement]. Dovidnyk sekretaria ta ofis-menedzhera: dlia derzhavnykh i komertsiiynykh pidpriemstv, no. 3 (2011): 12-19.

Telenyuk, S. F., and Khmeliuk, V. S. "Tekhnolohiia heneratsii elektronnykh dokumentiv dlia system elektronnoho dokumen-

toobihu" [Technology generation electronic documents to electronic document management systems]. Visnyk KhNADU, no. 45 (2009): 104-107.

Velychkevych, M. B., Mitrofan, N. V., and Kunanets, N. E. "Elektronnyi dokumentoobih, tendentsii ta perspektyvy" [Electronic document, trends and prospects]. <http://ena.lp.edu.ua:8080/bitstream/ntb/20146/1/7-44-53.pdf>

УДК 658.7.01

ПОДХОД К УПРАВЛЕНИЮ СЕРВИСАМИ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ПРЕДПРИЯТИЯ НА ОСНОВЕ АНАЛИЗА ОБОЛОЧЕК ДАННЫХ

© 2014 ПОЛУЭКТОВА Н. Р.

УДК 658.7.01

Полуэктова Н. Р.

Подход к управлению сервисами информационной системы предприятия на основе анализа оболочек данных

В статье рассматриваются проблемы повышения эффективности функционирования информационных систем управления в крупных и средних компаниях. Наиболее прогрессивные методики управления такими системами предполагают использование сервисного подхода, в рамках которого можно рассматривать эффективность системы как общую эффективность отдельных сервисов, предоставляемых другим подразделениям предприятия. Используя этот подход, предлагается оценивать эффективность сервисов методом анализа оболочек данных (DEA). Метод предполагает оценивать сравнительную техническую эффективность затрат на организацию информационных сервисов с точки зрения близости к плановым показателям качества сервисов. Несмотря на некоторые сложности практической реализации, предлагаемая методика оценки эффективности позволит выявить неэффективные сервисы и источники этой неэффективности.

Ключевые слова: ERP, эффективность, сервисный подход, функционально-стоимостной анализ, метод DEA

Рис.: 1. **Табл.:** 2. **Формул.:** 10. **Библ.:** 9.

Полуэктова Наталья Робертовна – кандидат экономических наук, доцент, профессор, кафедра экономической кибернетики, Запорожский институт экономики и информационных технологий (ул. Кияшко, 16Б, Запорожье, 69015, Украина)

Email: n-poluektova@yandex.ru

УДК 658.7.01

UDC 658.7.01

Полуэктова Н. Р. Підхід до управління сервісами інформаційної системи підприємства на основі аналізу оболонок даних

У статті розглядаються проблеми підвищення ефективності функціонування інформаційних систем управління у великих і середніх компаніях. Найбільш прогресивні методики управління такими системами використовують сервісний підхід, в рамках якого можна розглядати ефективність системи як загальну ефективність окремих сервісів, що надаються іншим підрозділам підприємства. Використовуючи цей підхід, пропонується оцінювати ефективність сервісів методом аналізу оболонок даних. Метод передбачає оцінку порівняльної технічної ефективності витрат на організацію інформаційних сервісів з точки зору наближення до планових показників якості сервісів. Незважаючи на деякі складності практичної реалізації, запропонована методика оцінки ефективності дозволить виявити неефективні сервіси і джерела цієї неефективності.

Ключові слова: ERP, ефективність, сервісний підхід, функціонально-вартісний аналіз, метод DEA

Рис.: 1. **Табл.:** 2. **Формул.:** 10. **Бібл.:** 9.

Полуэктова Наталья Робертовна – кандидат економічних наук, доцент, професор, кафедра економічної кібернетики, Запорізький інститут економіки та інформаційних технологій (вул. Кияшко, 16Б, Запоріжжя, 69015, Україна)

Email: n-poluektova@yandex.ru

Poluektova N. R. Approach to the Management of the Services of an Enterprise Information System Based on the Data Envelopment Analysis

This article discusses the problems of increasing the efficiency of information management systems in large and medium-sized companies. The most progressive methods of management for such systems involve the service approach, within the framework of which the system's efficiency can be considered as the overall efficiency of different services provided by other units of the company. Using this approach, it is proposed to evaluate the efficiency of services with use of data envelopment analysis (DEA). The method involves estimating of the relative technical efficiency costs for organizing the information services in terms of proximity to planned indicators of the quality of the services. Despite some difficulties of the implementation, the offered method of efficiency evaluation will help to identify poorly performing services and the origins of such inefficiency.

Keywords: ERP, efficiency, service approach, functional and cost analysis, method of DEA

Pic.: 1. **Tabl.:** 2. **Formulae:** 10. **Bibl.:** 9.

Poluektova Nataliya R. – Candidate of Sciences (Economics), Associate Professor, Professor, Department of Economic Cybernetics, Zaporizhzhya Institute of Economics and Information Technologies (vul. Kyashko, 16B, 69015, Ukraine)

Email: n-poluektova@yandex.ru

Введение. Кризис эффективности информационных систем проявился в полной мере в начале 80-х годов прошлого столетия после начала широкомасштабного внедрения информационных систем именно в управленческие процессы. Он выражался в отсутствии прямых связей между возрастающими затратами на новые информационные системы и технологии и финансовыми результатами деятельности предприятий. После появления на рынке систем класса ERP (Enterprises Resource Planning) кризис только углубился, что является следствием растущих расходов, с одной стороны, и дополнением этих систем функционалом, который все сложнее прямо связать с финансовыми эффектами, но который обеспечивает существование предприятий в современной конкурентной среде. Преодоление этого кризиса потребовало обобщения и анализа лучших практик внедрения информационных систем и технологий и создания эффективных подходов к организации, функционированию, поддержке и развитию сложных информационных систем на крупных и средних предприятиях.

В настоящее время наибольшее распространение получили следующие стандартизированные методики управления этими системами:

- 1) CobiT (Control Objective for Information and related Technologies) – набор стандартов управления, контроля и аудита всех аспектов использования информационных технологий на предприятиях;
- 2) ITIL (IT Infrastructure Library) – сборник (библиотека) рекомендаций по управлению информационной службой предприятия;
- 3) Различные международные (ISO) и отечественные стандарты создания, управления, развития и поддержки информационных продуктов и услуг.

В частности, в результате изучения передового опыта использования информационных систем и технологий на большом количестве европейских предприятий были сформированы принципы ITIL, которые обеспечивают эффективное использование информационных систем и технологий:

- основной целью информационной системы является информационное обслуживание бизнеса;
- бизнес-подразделения потребляют не информационные системы, а информационные услуги (сервисы), то есть основная задача – это решение задач бизнеса средствами ИТ;
- управление сервисами ИТ является основной задачей управления информационной системой предприятия.

Сервис ИС характеризуется следующими показателями:

- содержанием (функциями), то есть составом задач, которые он решает;
- доступностью – периодом времени, в течение которого ИС поддерживает данный сервис (например 24x7 или 8x5);
- уровнем, то есть периодом времени, в течение которого может быть устранена неисправность (время на устранение замыкания в устройстве или время на замену сервера после пожара);

- производительностью (т. е. количеством операций определенной категории в единицу времени);
- ценой сервиса для бизнес-подразделений (это могут быть реальные цены или внутренние расчетные цены) [1, с. 26].

Важными количественными характеристиками информационного сервиса может стать максимальное время недоступности в единицу времени или максимально возможное число отказов. Эти параметры описываются в сервисных моделях информационных систем ITIL и CobIT в рамках SLA (Service Level Agreement, соглашения об уровне сервиса).

Управление уровнем сервисов информационной системы составляет основную задачу применения модели ITSM (Information Technology Service Management), которая описывает основные принципы эффективного внедрения и сопровождения сервисов, которые информационная служба оказывает остальным подразделениям предприятия.

Одним из подходов к решению проблем, связанных с оценкой эффективности сложных информационных систем, может стать рассмотрение эффективности отдельных сервисов, что послужит ключом к повышению эффективности ITSM в целом.

Анализ последних исследований и публикаций.

Представление функционирования информационной системы предприятия как набора сервисов, которые она предоставляет другим функциональным подразделениям (например – сервис расчета плана закупок или сервис получения отчета о продажах по отдельным менеджерам), делает возможным реализацию модели оценки и анализа эффективности функционирования информационной системы на основе DEA-анализа, так как предоставление каждого сервиса может быть представлено как отдельное «производство», со своими ресурсами и результатами.

Анализ оболочек данных (Data Environment Analyzes, DEA) – это метод, который применяется для анализа эффективности деятельности различных объектов и систем, основываясь на определении границы эффективности. Идеология метода базируется на определении технической эффективности, когда результат деятельности объекта сравнивается с максимально возможным результатом при заданном количестве ресурсов. Метод был предложен в 1957 году М. Фарреллом [2], который предложил подход к оценке технической эффективности систем с одним входом и одним выходом. Широкое распространение метод получил после создания в 1978 году в трудах А. Чарнса, В. Купера и Э. Родса [3] базовой модели ССР, и дальнейших исследований [4, 5], которые привели к появлению мультипликативных и аддитивных моделей такого типа.

Для реализации моделей применяется математическое программирование как метод получения оптимального результата. Каждый оцениваемый объект называется DMU (Decision Making Unit, единица принятия решений).

Рассмотрим сущность метода. Предположим, что существует n DMU, которые должны быть оценены с точки зрения их эффективности. Каждая из DMU характеризуется разным количеством различных m ресурсов, которые являются входами оцениваемого объекта, в результате

чего производятся t различных выходов. Таким образом, множество $X_j = \{x_{ij}\}$, ($i = \overline{1, m}$) определяет количество ресурсов i -го вида, которые используются для производства в j -м DMU, а множество $Y_j = \{y_{rj}\}$, ($r = \overline{1, t}$) определяет количественную оценку результата r -го вида, который производится в j -м DMU, $x_{ij}, y_{rj} \geq 0$. Эти величины получают путем наблюдений за функционированием объектов.

Задача метода – найти подмножество тех точек, которые создают границу эффективности. DMU, которые не принадлежат границе, являются неэффективными, и метод позволяет определить причины этой неэффективности. DEA использует меру эффективности Парето, которая предполагает, что эффективное решение должно удовлетворять условию, что при данном количестве ресурсов невозможно увеличить значение результатов без одновременного ухудшения результатов деятельности других объектов.

Для определения эффективности в подходе DEA принято рассматривать техническую эффективность как специальное отношение взвешенной суммы выходов к взвешенной сумме входов:

$$Z = \frac{\sum_{r=1}^t (w_r y_{rj})}{\sum_{i=1}^m (v_i x_{ij})} \quad (1)$$

где v_i, w_r – весовые коэффициенты.

Определение эффективности по Парето-Кумпансу-Фарреллу, означает, что функционирование DMU полностью эффективно, если функционирование других DMU не обеспечивает доказательств того, что некоторые входы или выходы оцениваемого DMU могут быть улучшены без ухудшения других ее входов или выходов. Эффективная DMU₀ достигает единицы в соотношении:

$$Z = \frac{\sum_{r=1}^t (w_r y_{r0})}{\sum_{i=1}^m (v_i x_{i0})} = \max \left\{ \frac{\sum_{r=1}^t (w_r y_{rj})}{\sum_{i=1}^m (v_i x_{ij})} / j = \overline{1, n} \right\} \quad (2)$$

Значение этого отношения, которое меньше единицы, говорит о том, что существование других DMU доказывает относительную неэффективность DMU₀ [6].

Таким образом, эффективность любого объекта может быть определена как максимальное отношение взвешенных выходов к взвешенным входам, при ограничениях, которые отражают деятельность других объектов, иначе отношение будет неограниченным. DEA-метод рассматривает значение входов и выходов x_{ij}, y_{rj} как константы, и позволяет подобрать такие значения весовых коэффициентов, которые максимизируют значение эффективности оцениваемого объекта по отношению к деятельности других объектов.

Общая постановка задачи, в формулировке «на вход» (максимальное снижение уровня входов для достижения запланированного уровня выходов), таким образом, имеет вид:

$$\max Z_0 = \frac{\sum_{r=1}^t (w_r y_{r0})}{\sum_{i=1}^m (v_i x_{i0})} \quad (3)$$

при ограничениях:

$$\frac{\sum_{r=1}^t (w_r y_{rj})}{\sum_{i=1}^m (v_i x_{ij})} \leq 1, \quad j = \overline{1, n}, \quad (4)$$

$$v_i, w_r > 0, \quad i = \overline{1, m}, \quad r = \overline{1, t}. \quad (5)$$

Модель рассматривается отдельно для каждой DMU, что обеспечивает нахождение n наборов весовых коэффициентов. Оценка эффективности, получаемая с помощью DEA, соответствует предельным возможностям деятельности объекта [7].

Задача 3 – 5 не может быть решена на практике, так как имеет нелинейные и невыпуклые свойства. В [4] приведен метод преобразования нелинейных моделей в линейные. Преобразование Чарнса-Купера позволяет привести задачу к линейному виду:

$$\max G_0 = \sum_{r=1}^t (\omega_r y_{r0}), \quad (6)$$

при ограничениях:

$$\sum_{i=1}^m (\mu_i x_{i0}) = 1, \quad (7)$$

$$\sum_{r=1}^t (\omega_r y_{rj}) - \sum_{i=1}^m (\mu_i x_{ij}) \leq 1, \quad j = \overline{1, n}, \quad (8)$$

$$\mu_i, \omega_r > 0, \quad i = \overline{1, m}, \quad r = \overline{1, t}, \quad (9)$$

где ε – бесконечно малая константа, порядка 10^{-5} .

Целью исследования является решение проблем нахождения сравнительной эффективности отдельных сервисов информационных систем с применением DEA-анализа.

Результаты исследования. Для определения затрат ресурсов предлагается применять функционально-стоимостную модель (ФСА, Activity Based Costing, ABC), которая позволяет определять стоимость и другие характеристики изделий и услуг, используя в качестве основы функции (действия), необходимые для их реализации. Модель позволяет переносить затраты на информационную систему в целом на отдельные ее сервисы, путем определения действий, из которых состоит каждый сервис и оценки ресурсов, которые задействованы в каждом действии [8].

Согласно модели функционально-стоимостного анализа [1], расходы на каждый сервис определяются соотношением:

$$C_j = \sum_{i=1}^m c_{ij}, \quad c_{ij} = a_{ij} \sum_{k=1}^z b_{kij} d_k, \quad (10)$$

где C_j – стоимость затрат на j -й сервис,

c_{ij} – стоимость выполнения i -го действия при выполнении j -го сервиса,

a_{ij} – количество действий i -го вида, которые необходимы для выполнения j -го сервиса,

b_{kij} – количество единиц ресурса k -го вида, которые необходимы для выполнения действия i -го вида при реализации j -го ресурса,

d_k – цена единицы ресурса k -го вида.

Еще одной сложной проблемой является количественное измерение выходов (результатов) информационных сервисов. Предыдущие исследования доказали сложность, а, в некоторых случаях, невозможность использования для этого результатов деятельности под-

разделений, для которых осуществляются эти сервисы. Поэтому можно считать целесообразным рассмотрение результатов сервисов по показателям, которые описаны в соглашении об уровне сервисов (SLA). Это максимальное количество отказов, минимальное время работы до отказа или другие показатели, которые могут быть общими для всех оцениваемых сервисов. Для возможности сопоставления сервисов в модели DEA можно рассматривать максимально возможные относительные отклонения показателей SLA.

Для оценки эффективности сервисов информационной службы предприятия, эксплуатирующего систему класса ERP, может быть построена модель DEA, ориенти-

рованная на вход, так как при заданных параметрах SLA имеет смысл лишь снижение стоимости ресурсов, которые применяются для достижения этого уровня.

В результате расчетов по данной модели для каждого из сервисов можно определить эффективные сервисы, а для неэффективных – значение, на которые нужно скорректировать значение реальных затрат ресурсов, чтобы достичь заданного значения результатов.

С учетом изложенных выше подходов был сформирован алгоритм методики оценки относительной эффективности сервисов информационной службы предприятия, которая строится для систем класса ERP. Он состоит из этапов, приведенных на рис.1.



Рис. 1. Алгоритм оценки эффективности сервисов информационной системы

Рассмотрим условные данные об использовании информационной системы. Система выполняет семь информационных сервисов.

Входными параметрами каждого оцениваемого сервиса является, согласно модели ITSM, стоимость выполнения следующих действий: обеспечение качества сервиса, обеспечение доступности сервиса, обеспечение минимизации отказов. В стоимость этих действий через более детализированные работы могут быть включены ресурсы (зарплата персонала, которые занимаются именно этими проблемами, доля стоимости программного обеспечения, которое амортизируется в период времени, необходимый для реализации таких действий и т. д.).

Выходными параметрами сервисов могут служить, например, 1 – максимальное отклонение от запланированного времени ожидания результатов запроса на выполнение сервиса в процентах, 2 – максимальное отклонение от запланированного количества отказов за период в процентах.

Условные входные и выходные данные по этим показателям приведены в табл. 1.

Результаты решения модели 6 – 9 для всех сервисов приведены в табл. 2.

Анализ полученных результатов позволяет понять, что сервисы 2, 3, 5, 6 выполняются с максимальной эффективностью, а для достижения запланированных показателей 1,5 и 1 единицы, при реализации первого сервиса, стоимость выполняемых действий должна сократиться в соответствии с соотношением:

$$x_{j1} = x_{j1\text{реальн.}} * 0,39.$$

Выводы и направления дальнейших исследований. Оценка затрат на функционирование информационной системы класса ERP традиционно базируется на методе оценки совокупной стоимости владения (TCO, Total Cost Ownership), но для целей определения эффективности функционирования системы, а, тем более, для построения системы эффективного управления затратами, необходимо рассматривать эти расходы в «пересчете» на единицу конечного продукта или услуги. Для этого используется методика функционально-стоимостного анализа, позволяющего преодолеть разрыв «ресурсы-продукты» за счет добавле-

Входные и выходные данные для задачи DEA-анализа

Наименование сервисов	Входные показатели			Выходные показатели	
	Действие 1	Действие 2	Действие 3	Показатель 1	Показатель 2
Сервис 1	2	4	5	1,5	1
Сервис 2	6	4	6	15	3
Сервис 3	3	5	6	1	5
Сервис 4	30	5	7	10	0
Сервис 5	0	77	50	40	20
Сервис 6	4	50	0	1	15
Сервис 7	20	20	10	2	6

Таблиця 2

Результаты решения 7 задач модели

Статья	Весовые коэффициенты для входов			Весовые коэффициенты для выходов		Целевая функция
	v_1	v_2	v_3	w_1	w_2	
Сервис 1	0,27	0,11	0,00	0,09	0,26	0,39
Сервис 2	0,07	0,05	0,07	0,06	0,01	1
Сервис 3	0,10	0,14	0,00	0,04	0,19	1
Сервис 4	0,00	0,02	0,13	0,06	0,00	0,56
Сервис 5	0,03	0,01	0,00	0,01	0,03	1
Сервис 6	0,00	0,02	0,04	0,00	0,07	1
Сервис 7	0,00	0,03	0,05	0,01	0,08	0,51

ния еще одного уровня «ресурсы-действия-продукты», что дает возможность детализировать затраты на выполнение отдельных сервисов, которые информационная система оказывает различным подразделениям предприятия.

Сервисная модель управления информационной системой используется для построения предлагаемой методики выявления «узких мест» в функционировании системы, основанной на применении DEA-анализа. Методика позволяет сравнивать все сервисы, предоставляемые системой по показателю их технологической эффективности. Сопоставимость обеспечивается оценкой затрат по одинаковым типам работ на входе системы и использованием относительных показателей качества сервисов на выходе. Предлагается модификация модели DEA, ориентированная на вход, которая позволяет определить, какие сервисы неэффективно используют входные ресурсы для обеспечения заданного уровня.

При этом реализация подхода на практике вызывает сложности, связанные с оценкой количества ресурсов, необходимых для выполнения определенных действий по отдельным сепсисам, а также определением цены единицы каждого ресурса. Каждый из информационных сервисов может использовать множество типов входных ресурсов: расходы на оплату труда каждого типа работников инфор-

мационной службы, амортизацию компьютерного и программного обеспечения различных типов, расходы на аренду каналов связи, стоимость расходных материалов и т. д. Стоимость этих затрат сложно оценивается для системы в целом, а ее перенос на отдельные сервисы является еще более трудоемкой задачей. Необходимо использовать существующие методы сбора и учета затрат на отдельные информационные сервисы, такие, например, как модель ЗВД (затрат по видам деятельности), разработанную К. Г. Скрипкиным [9]. Практическое применение предлагаемого подхода требует также развитой системы ITIL/ITSM, использующей специальное программное обеспечение.

ЛИТЕРАТУРА

1. Скрипкин К. Г. Экономическая эффективность информационных систем / К. Г. Скрипкин. – М.: ДМК Пресс, 2002. – 256 с.
2. Farrell M. J. The measurement of productive efficiency // Journal of the Royal Statistical Society. Series A. – 1957. – No 120. – P. 253 – 281.
3. Charnes A. Measuring the efficiency of decision making units / A. Charnes, W. W. Cooper, E. Rhodes // European Journal of Operational Research. – 1978. – No 2. – P. 429 – 444.

4. Charnes A. A multiplicative model for efficiency analysis / A. Charnes, W. W. Cooper, L. M. Seiford // *Socio-Economic Planning Sciences*. – 1982. – No 16(5). – P. 223 – 224.

5. Sensitivity of efficiency classifications in the additive model of data envelopment analysis / A. Charnes, S. Haag, P. Jaska and oth. // *International Journal of Systems Science*. – 1992. – Vol. 23, no 5. – P. 789 – 798.

6. Lissitsa A., Babićeva T. Анализ оболочки данных (DEA) – современная методика определения эффективности производства / A. Lissitsa, T. Babićeva // *Discussion paper*. – 2003. – No. 50 [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://hdl.handle.net/10419/28581>

7. Кривоножко В. Е., Лычев А. В. Анализ деятельности сложных социально-экономических систем / В. Е. Кривоножко, А. В. Лычев. – М. : Издательский отдел факультета ВМиК МГУ имени Ломоносова; МАКС Пресс, 2010. – 208 с.

8. Ивлев В. Методология функционально-стоимостного анализа / В. Ивлев, Т. Попова [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://citforum.ru/cfin/idef/abc.shtml>

9. Скрипкин К. Сервисный подход и учет затрат ИТ-службы // *Директор ИС*. – 2006. – № 1.

REFERENCES

Charnes, A., Cooper, W. W., and Rhodes, E. "Measuring the efficiency of decision making units" *European Journal of Operational Research*, no. 2 (1978): 429-444.

Charnes, A., Cooper, W. W., and Seiford, L. M. "A multiplicative model for efficiency analysis" *Socio-Economic Planning Sciences*, no. 16 (5) (1982): 223-224.

Charnes, A. et al. "Sensitivity of efficiency classifications in the additive model of data envelopment analysis" *International Journal of Systems Science* vol. 23, no. 5 (1992): 789-798.

Farrell, M. J. "The measurement of productive efficiency" *Journal of the Royal Statistical Society. Series A*, no. 120 (1957): 253-281.

Ivlev, V., and Popova, T. "Metodologija funkcionalno-stoimostnogo analiza" [Methodology VEA]. <http://citforum.ru/cfin/idef/abc.shtml>

Krivozhko, V. E., and Lychev, A. V. *Analiz deiatel'nosti slozhnykh sotsialno-ekonomicheskikh sistem* [Analysis of the activity of complex socio-economic systems]. Moscow: Izdatelskiy otdel fakulteta VMiK MGU imeni Lomonosova; MAKS Press, 2010.

Lissitsa, A., and Babićeva, T. "Analiz obolochki dannykh (DEA) - sovremennaia metodika opredeleniia effektivnosti proizvodstva" [Analysis of the envelope data (DEA) - a modern method of determining the efficiency of production]. <http://hdl.handle.net/10419/28581>

Skripkin, K. G. *Ekonomicheskaiia effektivnost informatsionnykh sistem* [Cost-effectiveness of information systems]. Moscow: DMK Press, 2002.

Skripkin, K. "Servisnyy podkhod i uchet zatrat IT-sluzhby" [Service approach and cost accounting IT services]. *Direktor IS*, no. 1 (2006).