

UDC 615.1:66.06:504.5

DOI: 10.15587/1729-4061.2015.35950

Запропоновано новий підхід до визначення показника «комплексні витрати (ресурсомісткість)». Показано, що даний показник має ряд переваг по відношенню до витрат операції. Встановлено, що тенденція зміни величини ресурсомісткості операції при зміні витрат енергетичного продукту, тривалості зв'язаного стану інших технологічних продуктів і зміни величини цільового продукту операції не суперечить загальній концепції витрат управління

Ключові слова: комплексні витрати операції, ресурсомісткість операції, витрати енергетичного продукту, витрати операції

Предложен новый подход к определению показателя «комплексные затраты (ресурсоемкость)». Показано, что данный показатель имеет ряд преимуществ по отношению к затратам операции. Установлено, что тенденция изменения величины ресурсоемкости операции при изменении расхода энергетического продукта, продолжительности связанного состояния других технологических продуктов и изменении величины целевого продукта операции не противоречит общей концепции потерь управления

Ключевые слова: комплексные затраты операции, ресурсоемкость операции, расход энергетического продукта, потери операции

ИДЕНТИФИКАЦИЯ ЦЕЛЕВЫХ СИСТЕМНЫХ ОПЕРАЦИЙ. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЕЛИЧИНЫ КОМПЛЕКСНЫХ ЗАТРАТ ЦЕЛЕВОЙ ОПЕРАЦИИ

И. А. Луценко

Доктор технических наук, доцент, профессор
Кафедра электронных аппаратов
Кременчугский национальный
университет им. М. Остроградского
ул. Первомайская, 20, г. Кременчуг, Украина, 39600
E-mail: delo-do@i.ua

1. Введение

Определение момента фактического завершения целевой операции [1] очерчивает временной диапазон исследования, в рамках которой осуществляется обработка данных этой операции. Такая обработка осуществляется с целью получения показателей, которые дают возможность идентифицировать исследуемую операцию.

Одним из таких основных традиционных показателей являются затраты на проведение операции. Понятие «затраты» – это скорее дань влиянию терминов бухгалтерского учета. Этим понятием, за неимением подходящей альтернативы, охотно пользуются не только экономисты, но и специалисты связанные техническими системами, а также кибернетчики. Например, расход, потребность в сырье и затраты операции обычно считаются синонимами.

Оценить различие между этими понятиями можно, если обратиться к области управления. Например, операция переработки металлолома сопровождается расходом энергетического продукта и требует переработки вполне определенного объема металлолома. Расход энергетического продукта зависит от интенсивности подачи энергетического продукта и является функцией управления.

Тем не менее, когда речь идет об управлении и оптимизации, популярным подходом является минимизация энергетических затрат. Вопрос о том, что минимизация расхода энергетического приводит к изменению времени операции и, как правило, к ее существенному затягиванию, остается «за кадром».

В тоже время затягивание операции связывает непродуктивное использование сырьевого продукта и борьба за минимум энергетических затрат этот факт не учитывает.

В этом смысле интересной является задача разработки принципиально иного, кибернетического показателя, который позволяет учитывать изменение расхода энергетического продукта, продолжительность связывания сырьевых продуктов операции на время операции и ее результативность. Ведь сама операция осуществляется ради получения результата, а не с целью экономии энергетических продуктов.

2. Анализ литературных данных и постановка проблемы

Снижение затрат было и является сегодня очень актуальной темой [2]. Затратами управляют [3], их оптимизируют и сокращают [4] и экономят [5].

В тоже время, очевидно, что сами по себе затраты или расходы не являются самостоятельным показателем целевой операции, поскольку две операции имеющие одинаковые затраты и разную продолжительность во времени имеют разную эффективность, и затраты без использования дополнительных показателей на это не указывают.

Похожая проблема возникает, если две операции с одинаковыми затратами имеют разную добавленную стоимость (прибыль). В этом случае вводится показатель рентабельность, который опирается на затраты,

однако фактор времени и здесь не позволяет считать данный показатель самостоятельным указателем на более эффективную операцию. Более рентабельная, но продолжительная операция, вполне может оказаться менее эффективной, по отношению к менее рентабельной и менее продолжительной операции.

Вышесказанное справедливо и для задач с оптимумом Парето [6].

В таких условиях, получение практически полезного результата обычно осуществляется с использованием методов математического моделирования при поиске лучшего решения [7].

3. Цель и задачи исследования

Целью работы является разработка принципиально нового показателя целевой операции «комплексные затраты (ресурсоемкость)» и получение выражения для численного и аналитического определения этой новой кибернетической категории.

Для этого были решены следующие задачи:

- определение величины ресурсопотребления на момент фактического завершения целевой операции;
- определение величины ресурсоотдачи на момент фактического завершения целевой операции;
- определение потерь управления в виде закрытого потока рассогласования потока ресурсопотребления и ресурсоотдачи на интервале от начала операции до момента ее фактического завершения;
- определение величины комплексных потерь управления (ресурсоемкости операции) в виде интегральной величины потерь управления на момент фактического завершения целевой операции.

4. Комплексные затраты целевой операции

Как было показано [1], любая эффективная целевая операция начинается процессом ресурсопотребления, переходящим в процесс ресурсоотдачи. Процесс ресурсопотребления можно отобразить в виде закрытого потока связанных ресурсов, а процесс ресурсоотдачи – в виде целевого потока (рис. 1).

Момент фактического завершения операции (МФЗО) определяет время компенсации потока ресурсопотребления потоком ресурсоотдачи [8]. Однако эта компенсация осуществляется только по величине. Во времени (это хорошо видно при рассмотрении потока связанных ресурсов $vbe(t)$ и результирующего потока $ide(t)$), эти потоки разнесены, а, следовательно, на МФЗО имеются невосполнимые системные потери управления.

Эти потери можно определить, как значение интегральной функции рассогласования на МФЗО. То есть, системные потери управления, как закрытый поток функции рассогласования $dif(t)$, определяются разностью интегральной функции потока связанных ресурсов $vbe(t)$ и интегральной функции результирующего потока $vde(t)$, на интервале, от момента начала операции, до момента ее фактического завершения (рис. 1).

Равноценным подходом является определение потерь управления рассогласованием интегральной функции потока ресурсопотребления $vre(t)$ и интегральной функции потока ресурсоотдачи $vpe(t)$ на

интервале от начала операции до момента ее фактического завершения.

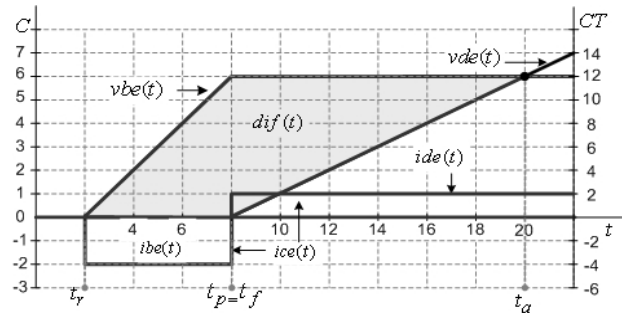


Рис. 1. Определение системных потерь управления с использованием развернутой модели операции $ice(t)$: t_r – момент подачи входных продуктов операции; t_p – момент выдачи выходных продуктов операции; t_f – момент физического завершения целевой операции; t_a – момент фактического завершения целевой операции

Определим функцию системных потерь управления на примере исследования простой операции заданной в виде кортежа $(RE = -2, t_r = 2; PE = 4, t_p = 8)$.

1. Определяем МФЗО из выражения

$$t_a = \frac{PE \cdot t_p - |RE| \cdot t_r}{PE - |RE|} = 20 \text{ с.}$$

2. Вводим вспомогательную переменную v и определяем ее как $v \in [t_0; t_a]$.

3. Строим модель операции на интервале $[v_0 = t_0; v_a = t_a]$ (рис. 2).

$$ire(v) = \int_{v_0}^v re(v) dv, \quad ipe(v) = \int_{v_0}^v pe(v) dv.$$

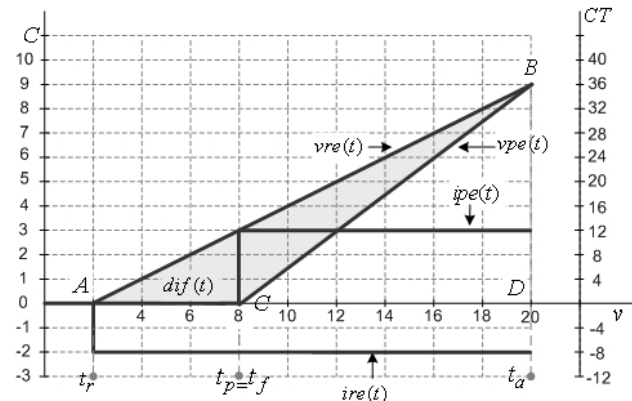


Рис. 2. Определение системных потерь управления с использованием развернутой модели операции в виде потоков $ire(t)$ и $ipe(t)$

4. Формируем интегральные функции потоков ресурсопотребления и ресурсоотдачи на интервале $[v_0 = t_0; v_a = t_a]$ (рис. 2).

$$vre(v) = \int_{v_0}^v \int_{v_0}^v re(v) dv \Big| dv, \quad vpe(v) = \int_{v_0}^v \int_{v_0}^v pe(v) dv \Big| dv.$$

5. Определяем потери управления как закрытый поток рассогласования на интервале от начала операции до момента ее фактического завершения (рис. 3).

$$dif(v) = \int_{v_0}^v \left| \int_{v_0}^v re(v)dv \right| dv - \int_{v_0}^v \left(\int_{v_0}^v pe(v)dv \right) dv.$$

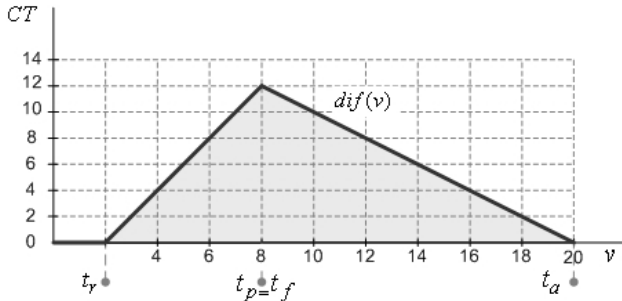


Рис. 3. Некомпенсированные потери управления в виде закрытого потока dif(v)

6. Определяем интегральную функцию потерь управления (рис. 4)

$$r(v) = \int_{v_0}^v \left| \int_{v_0}^v \left| \int_{v_0}^v re(v)dv \right| dv - \int_{v_0}^v \left(\int_{v_0}^v pe(v)dv \right) dv \right| dv.$$

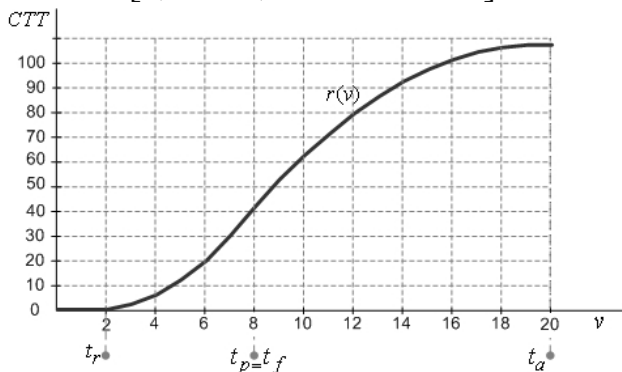


Рис. 4. Функция изменения комплексных потерь управления (ресурсоемкости) целевой операции

Величина ресурсоемкости целевой операции численно равна значению функции r(v) в точке МФЗО. Поэтому выражение для определения ресурсоемкости будет иметь вид

$$R = \int_{t_0}^{t_a} \left| \int_{v_0}^v \left| \int_{v_0}^v re(v)dv \right| dv - \int_{v_0}^v \left(\int_{v_0}^v pe(v)dv \right) dv \right| dv, v \in [0, t_a],$$

где R – величина ресурсоемкости операции.

Для ресурсоемкости определим единицу измерения СТТ.

Примеры практического использования формул численного и аналитического определения ресурсоемкости доступны на ресурсе [9].

5. Аналитическое определение комплексных затрат (ресурсоемкости) простой целевой операции

Поскольку ресурсоемкость простой целевой операции, исходя из геометрической интерпретации потерь управления, это площадь треугольника ABC (рис. 2), определить ее можно как разность треугольников ABD и CBD.

Подставив вместо функций ire*(t)·t и ipe*(t)·t скалярные значения ire*[tr]·tr и ipe*[tp]·tp, получим выражения

$$0 = ire^*[t_r] \cdot t_r - ire^*[t_a] \cdot t_a + C,$$

$$0 = ipe^*[t_p] \cdot t_p - ipe^*[t_a] \cdot t_a + C.$$

Представив их в виде системы уравнений и решив относительно C, получим выражение для определения высоты BD

$$BD = \frac{ire^*[t_r] \cdot ipe^*[t_p] \cdot t_r - ire^*[t_r] \cdot ipe^*[t_p] \cdot t_p}{ire^*[t_r] - ipe^*[t_p]}.$$

Поскольку ресурсоемкость простой операции мы определили как разность прямоугольных треугольников, выражение для ее определения будет иметь вид

$$R = \frac{1}{2}(t_a - t_r) \cdot BD - \frac{1}{2}(t_a - t_p) \cdot BD.$$

Подставив вместо BD его значение из выражения после соответствующих преобразований, получим

$$R = \frac{ipe^*[t_p] \cdot ire^*[t_r] \cdot (t_r - t_p)^2}{2 \cdot (ipe^*[t_p] - ire^*[t_r])}.$$

Учитывая, что для простых операций ipe*[tp] численно равно значению PE, а ire*[tr] численно равно значению RE, для определения численного значения ресурсоемкости можно воспользоваться выражением, в котором используются значения сигналов регистрации и моменты их формирования

$$R = \frac{PE \cdot |RE| \cdot (t_r - t_p)^2}{2 \cdot (PE - RE)}.$$

Например, для рассматриваемой операции (рис. 1) получим

$$R = \frac{PE \cdot |RE| \cdot (t_r - t_p)^2}{2 \cdot (PE - |RE|)} = \frac{3 \cdot 2 \cdot 36}{2} = 108 \text{ СТТ}.$$

Величина ресурсоемкости фокусированной операции численно равна отношению произведения стоимостных оценок модуля значения входного продукта, значения выходного продукта и квадрата разности моментов их регистрации к удвоенной величине разности стоимостных оценок модуля значения входного и значения выходного продуктов.

Как видно, результаты, полученные с использованием численного метода, соответствуют результату, полученному с использованием аналитического выражения определения ресурсоемкости.

Рассмотрим, как реагирует ресурсоемкость на изменения параметров целевых операций в тех случаях, когда результат гарантированно предсказуем.

Каждая операция набора имеет стоимостную оценку входных продуктов операции (RE – затраты), стоимостную оценку выходных продуктов операции (PE) и время операции (Tоп). Также для каждой операции рассчитана ресурсоемкость (R) которая на диаграммах рассматривается совместно с затратами.

В первом наборе операций величины RE и PE не изменяются, а изменяется время операции Tоп. Очевидно, что чем больше время операции (при фиксированных RE и PE), тем более длительное время

связаны технологическими процессами входные продукты операции RE и тем выше должна быть ресурсоёмкость.

Расчет ресурсоёмкости для первого набора операций (табл. 1) подтверждает данное предположение (рис. 5).

Таблица 1

Наборы операций для исследования взаимосвязи ресурсоёмкости с основными традиционными показателями целевых операций

Набор операций 1				Набор операций 2				Набор операций 3						
N	RE	PE	T	N	RE	PE	T	N	RE	PE	T	R		
1	2	3	1	3	1	2	3	3	27	1	2	2.5	3	45
2	2	3	2	12	2	2.1	3	3	31.5	2	2	2.6	3	39
3	2	3	3	27	3	2.2	3	3	37.13	3	2	2.7	3	34.71
4	2	3	4	48	4	2.3	3	3	44.36	4	2	2.8	3	31.5
5	2	3	5	75	5	2.4	3	3	54	5	2	2.9	3	29
6	2	3	6	108	6	2.5	3	3	67.5	6	2	3	3	27
7	2	3	7	147	7	2.6	3	3	87.75	7	2	3.1	3	25.36

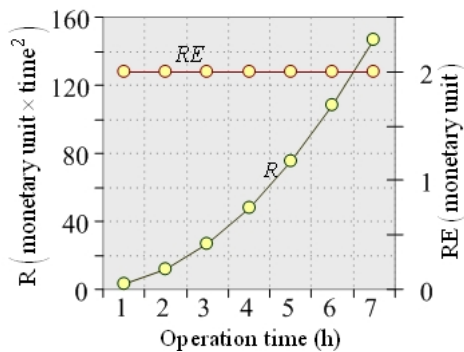


Рис. 5. Изменение затрат RE и ресурсоёмкости R от времени целевой операции

Второй набор операций (табл. 1) характерен тем, что от операции к операции увеличивается стоимостная оценка входных продуктов операции RE , а стоимостная оценка выходных продуктов операции PE и время операции T_{op} не изменяются. В таком случае с увеличением стоимостной оценки входных продуктов операции (затрат RE), при неизменных PE и T_{op} , ресурсоёмкость операции должна возрастать. Расчет ресурсоёмкости для второго набора операций (табл.) подтверждает данное предположение (рис. 6).

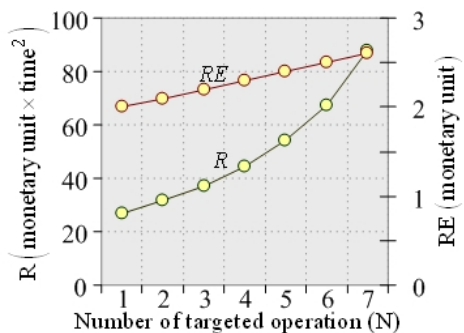


Рис. 6. Изменение ресурсоёмкости R от затрат RE целевой операции

Третий набор операций (табл. 1) характерен тем, что от операции к операции увеличивается стоимостная оценка

выходных продуктов операции PE , а стоимостная оценка входных продуктов операции RE и время операции T_{op} не изменяются. Здесь изменение стоимостной оценки выходных продуктов операции в сторону увеличения ускоряет компенсацию ресурсопотребления операции, и ресурсоёмкость должна, в таком случае, снижаться. Расчет ресурсоёмкости для третьего набора операций (табл. 1) подтверждает и это предположение (рис. 7).

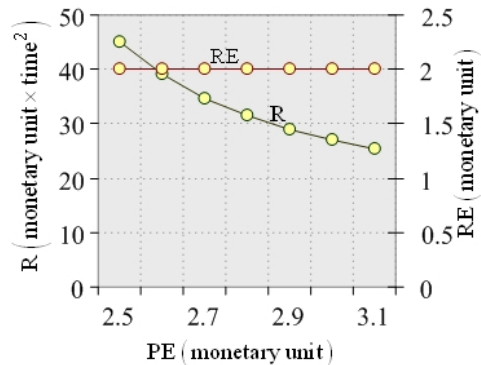


Рис. 7. Изменение затрат RE и ресурсоёмкости R от экспертной (стоимостной) оценки выходных продуктов PE целевой операции

В заключение, рассмотрим цикл операций, имеющих минимум затрат в процессе пропорционального изменения времени операции (табл. 2).

Таблица 2

Изменение основных параметров операций в системе, имеющей минимум затрат

N	RE	PE	T	R	Prof
1	2	2,5	1	5	575,00
2	1,894	2,5	1,05	4,31	663,71
3	1,824	2,5	1,1	4,08	706,73
4	1,772	2,5	1,15	4,02	728,00
5	1,75	2,5	1,2	4,2	718,75
6	1,738	2,5	1,25	4,45	701,04
7	1,759	2,5	1,3	5,01	655,50
8	1,791	2,5	1,35	5,75	603,96
9	1,837	2,5	1,4	6,79	544,61
10	1,913	2,5	1,45	8,56	465,55
11	2	2,5	1,5	11,25	383,33

Расчет ресурсоёмкости показывает, что её минимум не совпадает с минимумом затрат (рис. 8).

Проанализируем, чем отличаются операции, на которые указывает минимум затрат (операция N6) и минимум ресурсоёмкости (операция N4).

Тысяча операций типа N4 осуществленных в цикле продолжается $T=T_{op} * 1000=1150$ часов. За это время операцией генерируется добавленная стоимость (прибыль) $Prof4=1150*(PE-RE)=1150*(2,5-1,772)=728$ ден. ед.

За это же время операция типа N6 будет выполнена $I=1150/1.25=920$ раз. В этом случае операцией типа N6 генерируется добавленная стоимость (прибыль) $Prof6=920*(PE-RE)=920*(2,5-1,738)=701,04$ ден. ед.

Таким образом, целевой продукт $Prof4$ превышает целевой продукт $Prof6$ на 27 ден. ед. в абсолютном выражении.

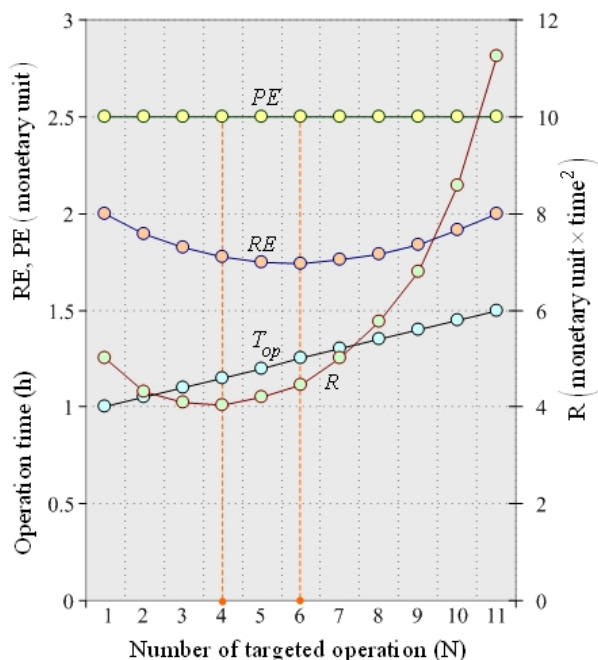


Рис. 8. Ресурсоёмкость целевой операции в зависимости от изменения затрат и времени операции

Проведение таких расчетов для всех операций набора показывает, что минимум ресурсоёмкости указывает на максимум генерированного целевого продукта (прибыли) (рис. 9).

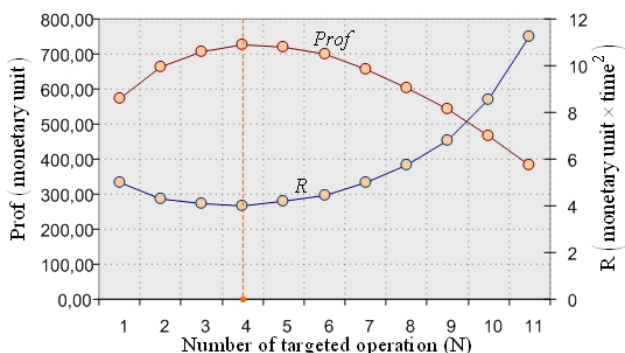


Рис. 9. Изменение накопленной добавленной стоимости (*Prof*) операций на временном интервале 1150 часов и ресурсоёмкости (*R*)

Как видно из рис. 9, изменение ресурсоёмкости целевой операции является зеркальным отображением функции добавленной стоимости. Следовательно, максимум эффективности набора операций соответствует операции с минимальной ресурсоёмкостью.

Подобная картина изменения ресурсоёмкости операции от управления характерна для процессов с порционной подачей энергетических продуктов [10].

8. Выводы

В работе дано новое представление о ресурсоёмкости целевой операции, которая является её важнейшим показателем.

Установлено, что понятие ресурсоёмкость целевой операции основывается на таких базовых категориях, как ресурсопотребление операции (расход во времени входных продуктов операции в сопоставимых величинах) и ресурсоотдача операции (генерирование во времени выходных продуктов операции в сопоставимых величинах).

Опора на функции ресурсопотребления и ресурсоотдачи, в рамках от начала целевой операции до момента ее фактического завершения, позволила количественно определить величину её ресурсоёмкости.

Использование модели простой целевой операции позволило получить аналитическое выражение ресурсоёмкости для операций, в исследовании которых можно пренебречь распределёнными параметрами функций регистрации входных и выходных продуктов операции.

С использованием методов математического моделирования установлено, что в случае фиксированной величины экспертной (стоимостной) оценки выходных продуктов операции, минимум ресурсоёмкости целевой операции указывает на операцию с максимальной эффективностью по отношению к целевому продукту операции.

Использование разработанного показателя в поисковых системах оптимизации позволяет максимизировать финансовый результат, увеличив объём добавленной стоимости на 5–25 %.

Литература

1. Lutsenko, I. Deployed model of extremal system operation for solving optimal management problems [Text] / I. Lutsenko // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. – 2014. – Vol. 5, Issue 2 (71). – P. 61–66. doi: 10.15587/1729-4061.2014.28592
2. Ehrlenspiel, K. Cost-Efficient Design [Text] / K. Ehrlenspiel, A. Kiewert, U. Lindemann. – Springer, 2007. – 544 p.
3. Lapygin, Y. Cost Management in the enterprise. [Text] / Y. Lapygin, N. Prokhorov. – Eksmo, 2007. – 102 p.
4. Berk, J. Cost Reduction and Optimization for Manufacturing and Industrial Companies [Text] / J. Berk. – Wiley, 2010. – 258 p. doi: 10.1002/9780470643815
5. Ghiani, G. Operations research in solid waste management: A survey of strategic and tactical issues [Text] / G. Ghiani, D. Laganà, E. Manni, R. Musmanno, D. Vigo // Computers & Operations Research. – 2014. – Vol. 44. – P. 22–32. doi: 10.1016/j.cor.2013.10.006
6. Tsai, J.-T. Optimized task scheduling and resource allocation on cloud computing environment using improved differential evolution algorithm [Text] / J.-T. Tsai, J.-C. Fang, J.-H. Chou // Computers & Operations Research. – 2013. – Vol. 40, Issue 12. – P. 3045–3055. doi: 10.1016/j.cor.2013.06.012
7. Zheng, Y.-J. Ecogeography-based optimization: Enhancing biogeography-based optimization with ecogeographic barriers and differentiations [Text] / Y.-J. Zheng, H.-F. Ling, J.-Y. Xue // Computers & Operations Research. – 2014. – Vol. 50. – P. 115–127. doi: 10.1016/j.cor.2014.04.013

8. Lutsenko, I. Identification of target system operations. 1. Determination of the time of the actual completion of the target operation [Text] / I. Lutsenko // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. – 2014. – Vol. 6, Issue 2 (72). – P. 42–47. doi: 10.15587/1729-4061.2014.28040
9. Lutsenko, I. A. Samples [Electronic resource] / I. A. Lutsenko. – Krivoy Rog, 2014. – Available at: <http://uk.effli.info/index.php/samples>
10. Lutsenko, I. Systems engineering of optimal control I. Synthesis of the structure of the technological product conversion system (part1) [Text] / I. Lutsenko // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. – 2014. – Vol. 6, Issue 2 (72). – P. 28–37. doi: 10.15587/1729-4061.2014.28724

