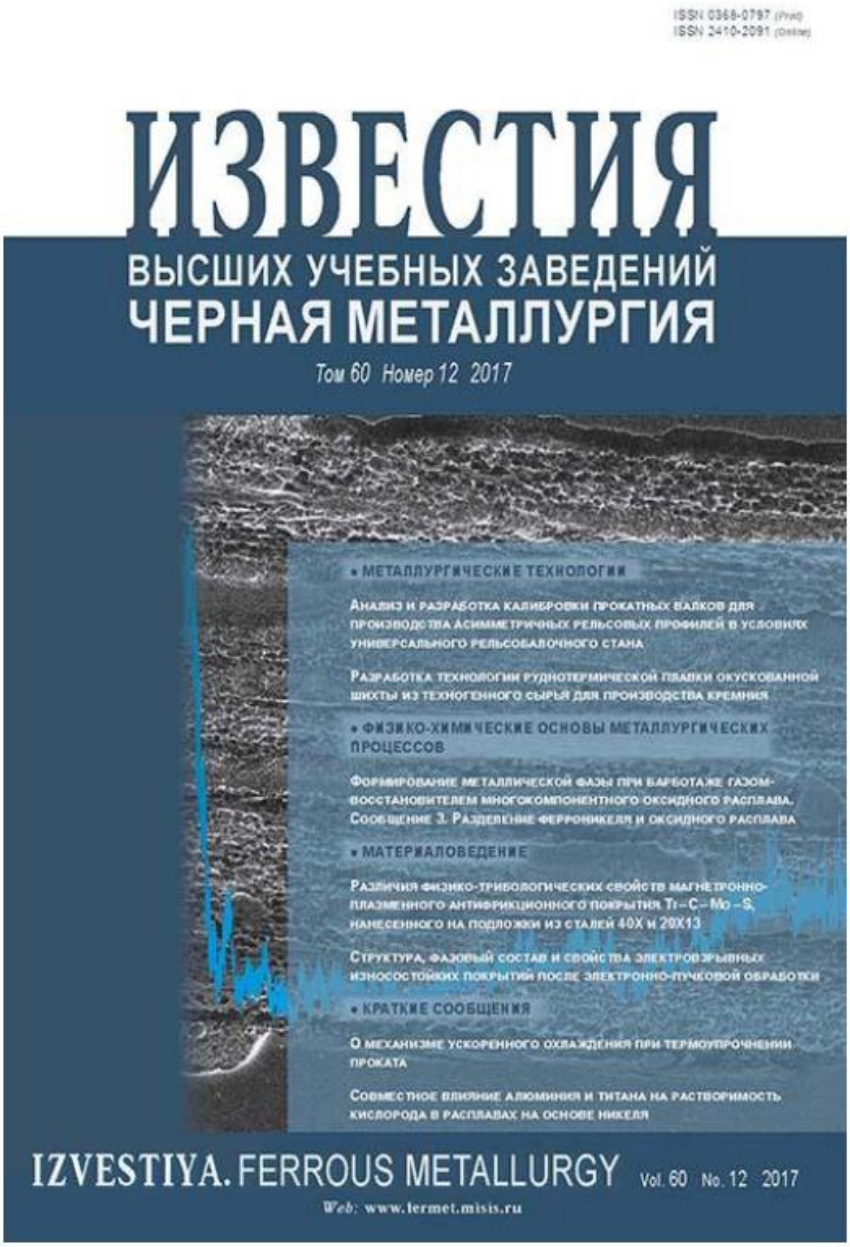
Известия вузов: Черная металлургия номер 12 за 2017 год



Содержание

РАЗДЕЛ: МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ

АНАЛИЗ И РАЗРАБОТКА КАЛИБРОВКИ ПРОКАТНЫХ ВАЛКОВ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА АСИММЕТРИЧНЫХ РЕЛЬСОВЫХ ПРОФИЛЕЙ В УСЛОВИЯХ УНИВЕРСАЛЬНОГО РЕЛЬСОБАЛОЧНОГО СТАНА

стр. 941-947

Авторы: Головатенко А. В.[1], Добрянский А. В.[1], Дорофеев В. В.[1], Уманский А. А.[2], Кадыков В. Н.[2]

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ РУДНОТЕРМИЧЕСКОЙ ПЛАВКИ ОКУСКОВАННОЙ ШИХТЫ ИЗ ТЕХНОГЕННОГО СЫРЬЯ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА КРЕМНИЯ

стр. 948-954

Авторы: Минеев Г. Г.[1], Немчинова Н. В.[1], Яковлева А. А.[1], Тютрин А. А.[1]

РАЗДЕЛ: ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

ТЕРМОДИНАМИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ДЕСУЛЬФУРАЦИИ МЕТАЛЛА БОРСОДЕРЖАЩИМИ ШЛАКАМИ СИСТЕМЫ CaO-SiO2-MgO-Al2O3-B2O3

стр. 955-959

Авторы: Сычев А. В.[1], Бабенко А. А.[1], Жучков В. И.[1], Салина В. А.[1]

ФОРМИРОВАНИЕ МЕТАЛЛИЧЕСКОЙ ФАЗЫ ПРИ БАРБОТАЖЕ ГАЗОМ-ВОССТАНОВИТЕЛЕМ МНОГОКОМПОНЕНТНОГО ОКСИДНОГО РАСПЛАВА. Сообщение 3. РАЗДЕЛЕНИЕ ФЕРРОНИКЕЛЯ И ОКСИДНОГО РАСПЛАВА

стр. 960-965

Авторы: Вусихис А. С.[1], Селиванов Е. Н.[1], Ченцов В. П.[1], Кудинов Д. З.[1], Леонтьев Л. И.[2]

РАЗДЕЛ: МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ

РАЗЛИЧИЯ ФИЗИКО-ТРИБОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ МАГНЕТРОННО-ПЛАЗМЕННОГО АНТИФРИКЦИОННОГО ПОКРЫТИЯ Ti – C – Mo – S, НАНЕСЕННОГО НА ПОДЛОЖКИ ИЗ СТАЛЕЙ 40Х и 20Х13

стр. 966-971

Авторы: Потекаев А. И.[1], Галсанов С. В.[1], Савостиков В. М.[1], Табаченко А. Н.[1], Шубин А. Ю.[2]

СТРУКТУРА, ФАЗОВЫЙ СОСТАВ И СВОЙСТВА ЭЛЕКТРОВЗРЫВНЫХ ИЗНОСОСТОЙКИХ ПОКРЫТИЙ ПОСЛЕ ЭЛЕКТРОННО-ПУЧКОВОЙ ОБРАБОТКИ

стр. 972-979

Авторы: Романов Д. А.[1], Протопопов Е. В.[1]

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ НАУЧНОЙ ПРОБЛЕМЫ ПОВЕРХНОСТНОГО УПРОЧНЕНИЯ КАРБИДОВОЛЬФРАМОВЫХ ТВЕРДЫХ СПЛАВОВ (ОБЗОР)

стр. 980-991

Авторы: Глезер А. М.[1], Осколкова Т. Н.[2]

РАЗДЕЛ: ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА

ПРОИЗВОДСТВО ПОЛИВИНИЛХЛОРИДА НА ОСНОВЕ ВЕРТИКАЛЬНОЙ ИНТЕГРАЦИИ ПРЕДПРИЯТИЙ ЧЕРНОЙ МЕТАЛЛУРГИИ

стр. 992-997

Авторы: Захарова Н. В.[1], Харлампенков Е. И.[2], Кудряшова И. А.[2], Клещевский Ю. Н.[2]

РАЗДЕЛ: ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И АВТОМАТИЗАЦИЯ В ЧЕРНОЙ МЕТАЛЛУРГИИ

ФОРМИРОВАНИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО ОБЪЕМА И РАБОЧИХ ГРУПП ERP-ПРОЕКТА ПРЕДПРИЯТИЯ

стр. 998-1004

Авторы: Митьков В. В.[1], Зимин В. В.[1]

РАЗДЕЛ: КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

О МЕХАНИЗМЕ УСКОРЕННОГО ОХЛАЖДЕНИЯ ПРИ ТЕРМОУПРОЧНЕНИИ ПРОКАТА

стр. 1005-1007

Авторы: Невский С. А.[1], Сарычев В. Д.[1], Ильященко А. В.[1]

СОВМЕСТНОЕ ВЛИЯНИЕ АЛЮМИНИЯ И ТИТАНА НА РАСТВОРИМОСТЬ КИСЛОРОДА В РАСПЛАВАХ НА ОСНОВЕ НИКЕЛЯ

стр. 1008-1011

Авторы: Александров А. А.[1], Дашевский В. Я.[2]

УДК 519.876.2

ФОРМИРОВАНИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО ОБЪЕМА И РАБОЧИХ ГРУПП ERP-ПРОЕКТА ПРЕДПРИЯТИЯ

к.т.н. В.В. Зимин, В.В. Митьков, к.т.н. А.В. Зимин
Сибирский государственный индустриальный университет
Новокузнецк, Россия

Аннотация. Критически важной при создании ERP-системы предприятия является первая очередь системы. Одновременное внедрение всех сервисов для всех бизнес-процессов предприятия, как правило, не представляется возможным или целесообразным по различным причинам: отсутствие достаточных ресурсов, трудности создания в короткие сроки необходимой технической инфраструктуры, большие риски радикальной перестройки действующей системы управления и др. Вследствие этого в функциональный объем 1-ой очереди проекта включаются ИТ-сервисы, обеспечивающие эффективное функционирование наиболее взаимосвязанных бизнес-процессов.

В статье приводится математическая постановка и процедура решения задачи определения портфеля ИТ-сервисов, реализующих функции основных бизнес-процессов и составляющих функциональный объем 1-ой очереди ERP-системы крупной металлургической компании. Постановка задачи учитывает три важных показателя эффективности ERP-проекта: размер бюджета проекта, количество связей между ИТ-сервисами, составляющими функциональный объем проекта (его «интеграционное ядро»), количество унаследованных проектных решений из систем «лоскутной» компьютеризации, находящих применение в ERP-системе. Первый из этих показателей принят в качестве критерия задачи, остальные два – в качестве ее ограничений. В результате формализации рассматриваемая задача сводится к задаче целочисленного квадратичного программирования.

Для решения задачи применен метод сетевого программирования в модификации, используемой для решения задач нелинейного программирования. Метод декомпозирует сложную исходную задачу на обобщенную двойственную задачу сетевого программирования и

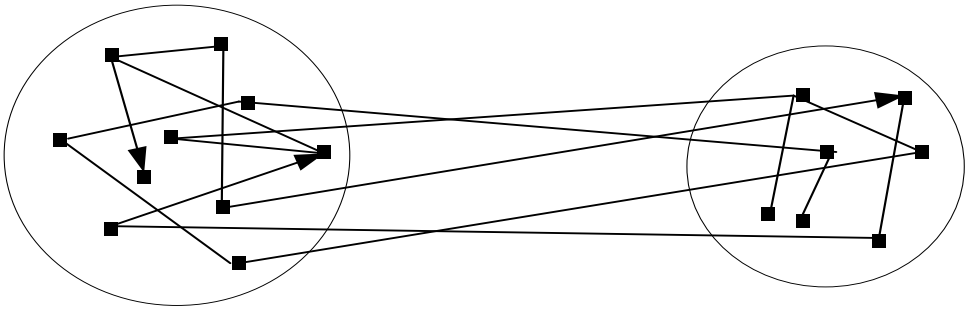
совокупность существенно более простых подзадач. В статье приведен пример решения исследуемой задачи, в котором обобщенная двойственная задача сетевого программирования решена методом множителей Лагранжа, а отдельные подзадачи решены методом дихотомического программирования, который сводит решение подзадач к решению последовательности простых оценочных задач.

Решение задачи формирования портфеля сервисов поставляет исходные данные для задачи календарного планирования реализации сервисов проектными группами, отвечающими за компьютеризацию отдельных бизнес-процессов предприятия.

Ключевые слова: бизнес-процесс, портфель ИТ-сервисов, ERP-проект, задача нелинейного программирования, метод сетевого программирования, обобщенная задача сетевого программирования, метод множителей Лагранжа.

Введение. Создание ERP-системы включает разработку ИТ-сервисов [1-7], реализующих основные операции бизнес-процессов, выполняемых на предприятии. Критически важной представляется первая очередь системы, успешное внедрение которой зависит от качественного формирования проектных групп и подмножеств тех ИТ-сервисов для них, которые в совокупности составляют «интеграционное ядро» ERP-проекта [8-12]. Одноразовое внедрение всех сервисов для всех бизнес-процессов, как правило, не представляется возможным или целесообразным по различным причинам: отсутствие достаточных ресурсов, трудности создания в короткие сроки необходимой технической инфраструктуры, большие риски радикальной перестройки действующей системы управления и др. Вследствие этого в функциональный объем 1-ой очереди проекта включаются ИТ-сервисы, обеспечивающие эффективное функционирование наиболее взаимосвязанных бизнес-процессов предприятия.

Формализация задачи. Пусть $j, j=\overline{1,m}$, обозначает номер бизнес-процесса, а $i, i=\overline{1,n_j}$,номер ИТ-сервиса в j-ом бизнес-процессе. Тогда $S_j=\{s_{ji} \mid i=\overline{1,n_j}\}$ - множество сервисов j-го бизнес-процесса. Обозначим также через r_{ji}^{pk} количество связей между конфигурационными элементами сервисов s_{ji} и s_{pk}, рисунок 1.



Структура сервиса s_{ji} Структура сервиса s_{pk}

Рисунок 1 – Взаимосвязи между элементами сервисов s_{ji} и s_{pk}

Заметим, что $r_{ji}^{pk} \neq r_{pk}^{ji}$, в частности, для рисунка 1 будет: $r_{ji}^{pk} = 9$, $r_{pk}^{ji} = 8$, $r_{ji}^{ji} = 12$. Матрицы связей между n_j сервисами j-го бизнес-процесса и связей n_j сервисов j-го с n_p сервисами p-го процесса приведены, соответственно, в таблицах 1 и 2. Очевидно, чем больше связей r_j между элементами сервисов бизнес-процесса j и их связей с элементами сервисов других бизнес-процессов, тем предпочтительнее включение процесса j в интеграционное ядро (вследствие проявления синергетического эффекта).

Таблица 1 – Количество связей между элементами сервисов процесса j

r_{j1}^{j1}	r_{j1}^{j2}	…	$r_{j1}^{jn_j}$
r_{j2}^{j1}	r_{j2}^{j2}	…	$r_{j2}^{jn_j}$
…	…	…	…
$r_{jn_j}^{j1}$	$r_{jn_j}^{j2}$	…	$r_{jn_j}^{jn_j}$

Таблица 2 – Количество связей между элементами сервисов процессов j и p

r_{j1}^{p1}	r_{j1}^{p2}	…	$r_{j1}^{pn_p}$
r_{j2}^{p1}	r_{j2}^{p2}	…	$r_{j2}^{pn_p}$
…	…	…	…
$r_{jn_j}^{p1}$	$r_{jn_j}^{p2}$	…	$r_{jn_j}^{pn_p}$

Общее число связей R между всеми элементами сервисов бизнес-процессов, включенных в «интеграционное ядро», выберем в качестве одного из показателей качества проектируемой ERP-системы. Обозначим через r_{jp} количество связей между процессами j и p (сумма элементов таблицы 2):

$$r_{jp} = \sum_{i=1}^{n_j} \sum_{k=1}^{n_p} r_{ji}^{pk} . \qquad (1)$$

Тогда

$$r_j = \sum_{p=1}^{m} r_{jp} = \sum_{p=1}^{m} \sum_{i=1}^{n_j} \sum_{k=1}^{n_p} r_{ji}^{pk} ; \qquad R = \sum_{j=1}^{m} r_j = \sum_{j=1}^{m} \sum_{p=1}^{m} r_{jp} = \sum_{j=1}^{m} \sum_{p=1}^{m} \sum_{i=1}^{n_j} \sum_{k=1}^{n_p} r_{ji}^{pk} \qquad (2)$$

Матрица $\| r_{jp} \|$ связей между элементами сервисов различных бизнес-процессов и значения r_j приведены в таблице 3. Другим важным показателем качества создаваемой ERP-системы является затраты $z_j, j = \overline{1,m}$, на функционирование бизнес-процессов после внедрения ERP-системы. Общие затраты Z будут $Z = \sum_{j=1}^{m} z_j$.

Созданию ERP-системы крупных предприятий, как правило, предшествует многолетняя разработка и внедрение систем «лоскутной» автоматизации для отдельных бизнес-процессов и их подпроцессов. Эти действующие системы содержат различные ИТ-активы, которые могут быть эффективно применены в качестве компонентов для проектируемой системы. Количество применяемых конфигурационных элементов из систем «лоскутной» автоматизации будем рассматривать еще в качестве одного из показателей качества ERP-проекта. Обозначим через c_{ji} количество наследуемых конфигурационных элементов сервисом $s_{ji} \in S_j$.

Таблица 3 - Количество связей между элементами сервисов разных бизнес-процессов

r_{11}	r_{12}	…	r_{1m}	$r_1 = \sum_{p=1}^{m} r_{1p}$
r_{21}	r_{22}	…	r_{2m}	$r_2 = \sum_{p=1}^{m} r_{2p}$
…	…	…	…	…
r_{m1}	r_{m2}	…	r_{mm}	$r_m = \sum_{p=1}^{m} r_{mp}$

Общее количество используемых унаследованных конфигурационных элементов будет $C = \sum_{j=1}^{m} c_j = \sum_{j=1}^{m} \sum_{i=1}^{n_j} c_{ji}$, где $c_j = \sum_{i=1}^{n_j} c_{ji}$ - количество наследуемых элементов j-ым процессом. Для формулирования задачи введем переменную $x_j = \begin{cases} 1, j \in Q \\ 0, j \notin Q. \end{cases}$, где Q – множество тех бизнес-процессов, для которых создаются проектные группы.

С учетом введенных обозначений задача формирования проектных групп описывается соотношениями (4) – (5).

$$\sum_{j=1}^{m} z_j x_j \to \min \qquad (3)$$

$$\sum_{j=1}^{m} x_j \sum_{p=1}^{m} r_{jp} x_p \geq r^*; \qquad \sum_{j=1}^{m} c_j x_j \geq c^*. \qquad (4)$$

Содержательно задача формулируется следующим образом: найти такие $x_j, j=\overline{1,m}$, (определить такие бизнес-процессы), для которых общее количество связей между элементами сервисов не меньше величины r^*, количество используемых унаследованных конфигурационных элементов не меньше величины c^* и затраты на функционирование которых минимальны. Сформулированная задача относится к классу задач целочисленного квадратичного программирования [13].

Декомпозиция и последовательность процедур решения исходной задачи. Воспользуемся для ее решения методом сетевого программирования [14-18]. Для применения метода необходимо, чтобы целевая функция имела такую же структуру сетевого представления, как ограничения. Чтобы обеспечить это условие, каждое $z_j, j=\overline{1,m}$, представим в виде двух слагаемых (по числу ограничений исходной задачи (3) – (4)):

$$z_j = z_j^r + z_j^c, j=\overline{1,m}. \qquad (5)$$

Подзадача 1: определение значений $z_j^r, z_j^c, j=\overline{1,m}$. Для ее решения применим метод множителей Лагранжа [19-20]. Функция Лагранжа $L(\lambda, x)$ для задачи (3) – (4) будет

$$L(\lambda, x) = \lambda r^* + \min_{x \in X_2} \sum_{j=1}^{m} (z_j - \lambda \sum_{p=1}^{m} r_{jp} x_p), \qquad (6)$$

где $\lambda \geq 0$, а X_2 – множество решений, удовлетворяющих (4). Если λ_0 - решение, доставляющее максимум функции Лагранжа (6), тогда

$$z_j^r = \lambda_0 z_j,\ z_j^c = z_j - z_j^r, j=\overline{1,m}. \qquad (7)$$

Теперь, в соответствии с методом сетевого программирования для задачи нелинейного программирования, декомпозируем на основе (5) исходную задачу (3) – (4) на две подзадачи.

Подзадача 2:

$$\sum_{j=1}^{m} z_j^r x_j \to \min\ ; \qquad \sum_{j=1}^{m} x_j \sum_{p=1}^{m} r_{jp} x_p \geq r^* \qquad (8)$$

Подзадача 3:

$$\sum_{j=1}^{m} z_j^c x_j \to \min\ ; \qquad \sum_{j=1}^{m} c_j x_j \geq c^* \qquad (9)$$

Для решения подзадачи 2 требуется снова применить метод сетевого программирования для задачи нелинейного программирования, а третья подзадача эффективно решается методом дихотомического программирования.

Пример. Рассмотрим решение задачи (3) – (4) на следующем примере. Пусть j=4, $(z_j \mid j=\overline{1,4}) = (23,18,14,10)$, $(c_j \mid j=\overline{1,4}) = (12,7,9,5)$, матрица $\| r_{jp} \|$ связей между элементами сервисов бизнес-процессов и значения r_j приведены в таблице 4.

Таблица 4 – Количество связей между бизнес-процессами

r_{1p}	50	5	7	3	65
r_{2p}	4	30	11	9	54
r_{3p}	8	10	15	6	39
r_{4p}	4	8	2	12	26

Подзадача 1. Функция Лагранжа $L(\lambda, x)$ для данных примера будет

$$\begin{aligned} L(\lambda,x) = 123\lambda + \min_{x \in X_2} [& \{23 - \lambda(50x_1 + 5x_2 + 7x_3 + 3x_4)\}x_1 + \\ & + \{18 - \lambda(4x_1 + 30x_2 + 11x_3 + 9x_4)\}x_2 + \\ & + \{14 - \lambda(8x_1 + 10x_2 + 15x_3 + 6x_4)\}x_3 + \\ & + \{10 - \lambda(4x_1 + 8x_2 + 2x_3 + 12x_4)\}x_4] \end{aligned} \qquad (10)$$

где множество X_2 определяется ограничением

$$12x_1 + 7x_2 + 9x_3 + 5x_4 \geq 21. \qquad (11)$$

Найдем минимум функции $L(\lambda, x)$ по λ. Решаем задачу методом дихотомического программирования.

1.Решаем задачу

$$\begin{aligned} & \{23 - \lambda(50x_1 + 5x_2 + 7x_3 + 3x_4)\}x_1 + \\ & + \{18 - \lambda(4x_1 + 30x_2 + 11x_3 + 9x_4)\}x_2 \to \min \end{aligned} \qquad (12)$$

$$12x_1 + 7x_2 \geq 21 \qquad (13)$$

Таблица 5 – Решения задачи (12) – (13)

1	$\{18 - \lambda(4x_1 + 30x_2 + 11x_3 + 9x_4)\}$ 7	$\{41 - \lambda(54x_1 + 35x_2 + 18x_3 + 12x_4)\}$ 19
0	0 0	$\{23 - \lambda(50x_1 + 5x_2 + 7x_3 + 3x_4)\}$ 12
x_2 x_1	0	1

2.Решаем задачу

$$\begin{aligned} & \{14 - \lambda(8x_1 + 10x_2 + 15x_3 + 6x_4)\}x_3 + \\ & + \{10 - \lambda(4x_1 + 8x_2 + 2x_3 + 12x_4)\}x_4 \to \min \end{aligned} \qquad (14)$$

$$9x_3 + 5x_4 \geq 21 \qquad (15)$$

Таблица6 – Решения задачи (14) – (15)

1	$\{10-\lambda(4x_1+8x_2+2x_3+12x_4)\}$ 5	$\{24-\lambda(12x_1+18x_2+17x_3+18x_4)\}$ 14
0	0 0	$\{14-\lambda(8x_1+10x_2+15x_3+6x_4)\}$ 9
x_4 x_3	0	1

Итоговые решения задачи представлены в таблице 7.

Таблица 7 – Допустимые решения задачи (10) – (11)

$x_1x_2x_3x_4$	$\sum_{j=1}^{m} c_j x_j$	$\sum_{j=1}^{m} x_j \sum_{p=1}^{m} r_{jp} x_p$	$L(\lambda)$
0111	21	103	42+20λ
1010	21	80	37+43λ
1101	***24***	***125***	***51-2λ***
1110	***27***	***140***	***55-17λ***
1111	33	184	65-61λ

Из условия равенства функции Лагранжа для двух лучших решений (выделены полужирным курсивом) находим, что $\lambda=\frac{4}{15}\approx 0{,}27$. Значения $z_j^r, z_j^c, j=\overline{1,m}$ приведены в таблице 8.

Таблица 8 – Определение значений $z_j^r, z_j^c, j=\overline{1,m}$

r_j	$z_j^r=\lambda r_j$	$z_j^c=z_j-z_j^r$
$r_1=65$	$z_1^r=17{,}6$	$z_1^c=5{,}4$
$r_2=54$	$z_2^r=14{,}6$	$z_2^c=3{,}4$
$r_3=39$	$z_3^r=10{,}5$	$z_3^c=3{,}5$
$r_4=26$	$z_4^r=7$	$z_4^c=3$

Располагая значениями $z_j^r, z_j^c, j=\overline{1,m}$ решаем подзадачи 2 и 3.

Подзадача 2. Для приведения к структурному подобию критерия функции ограничения положим

$$z_{jp}^r = z_1^r r_{jp} / \sum_{p=1}^{m} r_{jp} \ . \qquad (16)$$

Результаты вычислений z_{jp}^r приведены в таблице 9.

Таблица 9 – Значения $z_{jp}^r, j=\overline{14}, p=\overline{1,4}$.

p	1	2	3	4

j				
1	$z_{11}^r = 13{,}5$	$z_{12}^r = 1{,}4$	$z_{13}^r = 1{,}9$	$z_{14}^r = 0{,}8$
2	$z_{21}^r = 1{,}1$	$z_{22}^r = 8.1$	$z_{23}^r = 3{,}0$	$z_{24}^r = 2{,}4$
3	$z_{31}^r = 2{,}2$	$z_{32}^r = 2.7$	$z_{33}^r = 4{,}0$	$z_{34}^r = 1{,}6$
4	$z_{41}^r = 1{,}1$	$z_{42}^r = 2.2$	$z_{43}^r = 0{,}5$	$z_{44}^r = 3{,}2$

Теперь подзадача 2 имеет вид

$$\sum_{j=1}^{m} x_j \left(\sum_{p=1}^{m} z_{jp}^r \right) \to \min ; \qquad \sum_{j=1}^{m} x_j \sum_{p=1}^{m} r_{jp} x_p \geq r^* . \qquad (17)$$

Структура функций подзадачи 2 позволяет решить ее методом дихотомического программирования. Последовательно решаем оценочные задачи для $j = \overline{1,m}$. Структура задачи для j=1 представлена на рисунке 2.

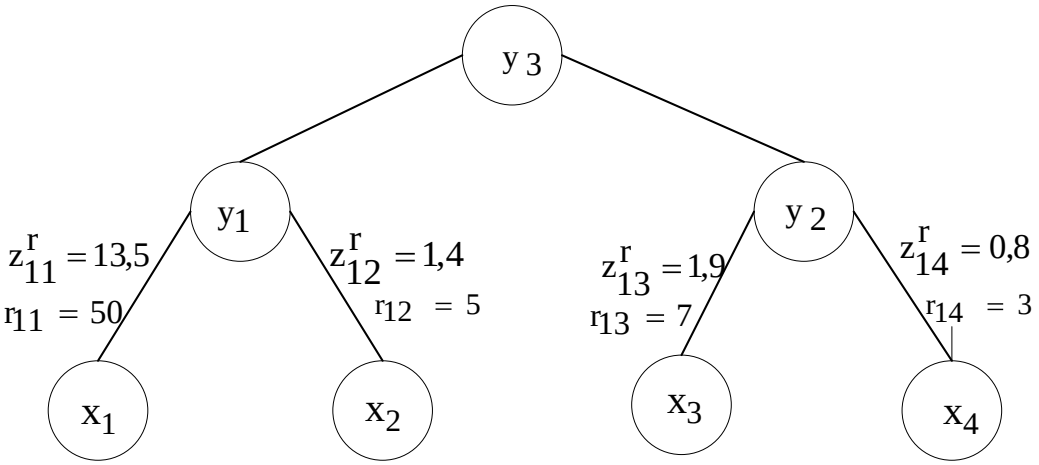


Рисунок 2 – Структура критерия и ограничений задачи для j=1

Шаг1. Промежуточные результаты вычисления y_1 и y_2 приведены в таблице 10.

Таблица 10 – Промежуточные решения задачи.

y_1

1	1,4 5	14,9 55
0	0 0	13,5 50
x_2 x_1	0	1

y_2

1	0,8 3	2,7 10
0	0 0	1,9 7
x_4 x_3	0	1

Результат решения оценочной задачи для j=1 представлен в таблице 11.

Таблица 11 - Результат решения оценочной задачи для j=1

$x_1x_2x_3x_4$	0000	0010	0001	0011	1000	1010	1001	1011

$z_1^r(x_1x_2x_3x_4)$	0	1,9	0,8	2,7	13,5	15,4	14,3	16,2
$r_1(x_1x_2x_3x_4)$	0	7	3	10	50	57	53	60
$x_1x_2x_3x_4$	0100	0110	0101	0111	1100	1110	1101	1111
$z_1^r(x_1x_2x_3x_4)$	1,4	3,3	2,2	4,1	14,9	16,8	15,7	17,6
$r_1(x_1x_2x_3x_4)$	5	12	8	15	55	62	58	65

Аналогично решаются оценочные задачи для j=2,3,4. Итоговые значения показателя эффективности $\Sigma_{j=1}^4 z_j(x_1x_2x_3x_4)$ и ограничения $\Sigma_{j=1}^4 r_j(x_1x_2x_3x_4)$ для каждого из решений подзадачи 2 представлены в таблице 12.

Таблица 12 – Решения подзадачи 2.

$x_1x_2x_3x_4$	0000	0010	0001	0011	1000	1010	1001	1011
$\Sigma_{j=1}^4 z_j^r(x_1x_2x_3x_4)$	0	9,4	8	17,4	17,9	27,3	23,9	35,3
$\Sigma_{j=1}^4 r_j(x_1x_2x_3x_4)$	0	35	30	65	66	101	96	131
$x_1x_2x_3x_4$	0100	0110	0101	0111	1100	1110	1101	1111
$\Sigma_{j=1}^4 z_j^r(x_1x_2x_3x_4)$	14,4	23,8	22,4	31,8	32,3	*41,7*	***40,3***	*49,7*
$\Sigma_{j=1}^4 r_j(x_1x_2x_3x_4)$	53	88	83	118	119	*154*	***149***	*184*

Решаем подзадачу 3 методом дихотомического программирования, рисунок 3.

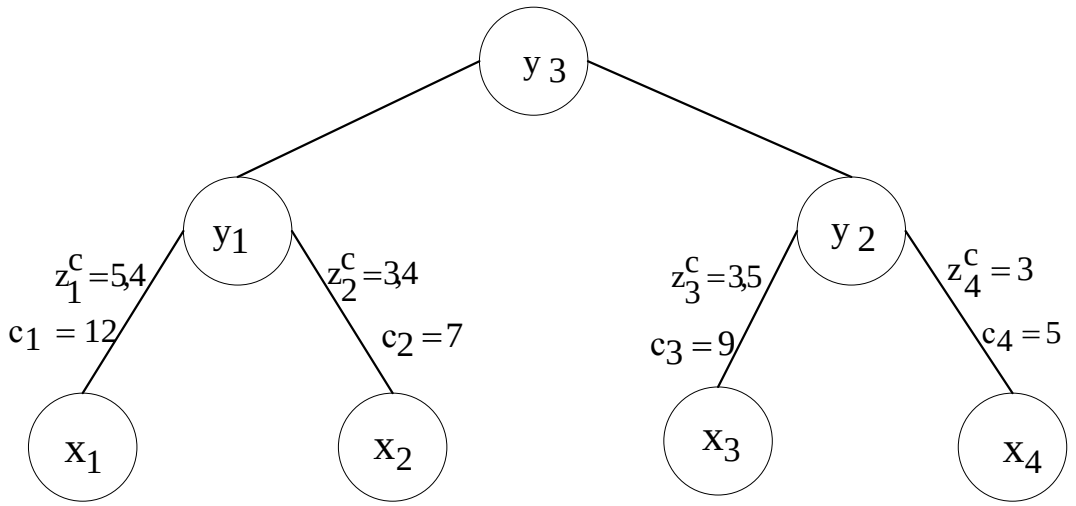


Рисунок 3 – Структура критерия и ограничения подзадачи 3

Решения подзадачи 3 представлены в таблице 13.

Таблица 13 - Решения подзадачи 3

$x_1x_2x_3x_4$	0000	0010	0001	0011	1000	1010	1001	1011

$z^c(x_1x_2x_3x_4)$	0	3,5	3	6,5	5,4	8,9	8,4	11,9
$c(x_1x_2x_3x_4)$	0	9	5	14	12	21	17	26
$x_1x_2x_3x_4$	0100	0110	0101	0111	1100	1110	1101	1111
$z^c(x_1x_2x_3x_4)$	3,4	6,9	6,4	9,9	8,8	12,3	11,8	15,3
$c_1(x_1x_2x_3x_4)$	7	16	12	21	19	28	24	33

На основе решений подзадачи 2 (таблица 13) и подзадачи 3 (таблица 14) получаем решения для исходной задачи (3) – (4), таблица 14.

Таблица 14 – Решения исходной задачи (3) – (4)

$x_1x_2x_3x_4$	0000	0010	0001	0011	1000	1010	1001	1011
$\Sigma_{j=1}^4 z_j^r + z_j^c)$	0	12,9	11	23,9	23,3	36,2	32,3	47,2
$\Sigma_{j=1}^4 r_j$	0	35	30	65	66	101	96	131
$\Sigma_{j=1}^4 c_j$	0	9	5	14	12	21	17	26
$x_1x_2x_3x_4$	0100	0110	0101	0111	1100	1110	1101	1111
$\Sigma_{j=1}^4 z_j^r + z_j^c)$	17,8	30,7	28,8	41,7	41,1	54,0	**52,1**	65,0
$\Sigma_{j=1}^4 r_j$	53	88	83	118	119	154	**149**	184
$\Sigma_{j=1}^4 c_j$	7	16	12	21	19	28	**24**	33

Имея конкретные значения r^* и c^* правых частей ограничений исходной задачи, нетрудно определить множество допустимых решений исходной задачи и среди них – лучшее. Так, если $r^* = 138$ (75% от 184, то есть исходим из того, что интеграционное ядро включает 75% всех связей между сервисами) и $c^* = 22$ (67% от 33, что соответствует использованию 67% унаследованных конфигурационных элементов) то оптимальным будет решение $x_1x_2x_3x_4 = 1101$, для которого $r = 149, c = 24,$ и z = 52,1.

Заключение. Заметим, что в иллюстративных целях в рассмотренном примере анализировались все возможные решения (при четырех процессах число этих решений равно 16 (2^4)). Однако ограничения задачи существенно снижают множество допустимых решений, требующих анализа (в нашем примере число допустимых решений равно 2, если не учитывать тривиальное решение $x_1x_2x_3x_4 = 1111$). Количество вычислений можно существенно сократить, если на начальном этапе методом ветвлений выделить множество допустимых решений и на всех этапах решения задачи работать только с ними.

Решение задачи формирования портфеля сервисов поставляет исходные данные для задачи календарного планирования реализации ИТ-сервисов проектными группами, отвечающими за компьютеризацию отдельных бизнес-процессов предприятия. Постановка и процедура решения этой задачи будет рассмотрена в следующей публикации.

Список литературы

1. OGC-ITIL V3-1- Service Strateqy . - TSO 2007 . -373р.
2. OGC-ITIL V3-2 Service Desiqn, TSO 2007. -334р.
3. OGC-ITIL V3-3 – Service Transition, London: TSO 2007. – 270р.
4. OGC-ITIL V3- 4 – Service Operation TSO 2007. -397р.
5. OGC-ITIL V3- 5- Continual Service Improvment TSO 2007. - 308р.
6. OGC-ITIL V3- 6 Service Lifecycle, Introduction ITIL. -TSO 2007. - 173р.
7. Зимин, В.В. К развитию концептуальных основ управления ИТ-деятельностью / В.В.Зимин, С.М. Кулаков, А.В. Зимин // Вестник НГУ, серия "Информационные технологии". - Том 10, Выпуск 4.- 2012. - С. 29-39.
8. Зимин В. В. Основы управления жизненным циклом сервисов систем информатики и автоматизации (лучшие практики ITIL) : учебное пособие / В. В. Зимин, А. А. Ивушкин, С. М. Кулаков, К. А. Ивушкин. – Кемерово: Кузбассвузиздат, 2013. – 500 с.
9. Бурков, В.Н. Как управлять проектами: Научно-практическое издание. / В.Н. Бурков, Д.А. Новиков.- М. : СИНТЕГ – ГЕО. - 1997. - 188 с.
10. Phillips J.J.. Bothell T.W.. Snead G.L. The project management scorecards. - Amsterdam: Elseiver. 2003.
11. Rumizen M.C. Knowledge management. -N.Y.: Alpha. 2002.
12. Wysocky R.K.. Beck R.. Crane D.B. Effective project management. - N.Y. John Wiley & Sons. 2000.
13. Механизмы управления: учебное пособие / под редакцией Д.А. Новикова . -М.: ЛЕНАНД, 2011. – 192 с.
14. Вагнер, Г. Основы исследования операций / Г.Вагнер.-М.:Мир,1972.-198с.
15. Буркова, И.В. Метод сетевого программирования в задачах управления проектами: автореферат дисс. на соиск. степени доктора технических наук: 05.13.10 / И.В.Буркова.- Москва, ИПУ, 2012.
16. Буркова, И.В. Метод сетевого программирования в задачах нелинейной оптимизации / И.В. Буркова // Автоматика и телемеханика.- 2009.- № 10.- с. 15-21.
17. Корбут А.А., Сига И.Х., Финкельштейн Ю.Ю. Метод ветвей и границ. Обзор теории, алгоритмов, программ и приложений. // Math. Operation Forsch. Staist. Ser. Optimization. – 1977. – V. 8, № 2. - P. 253-280.
18. Корбут А.А., Финкельштейн Ю.Ю. Дискретное программирование. – М.: Наука, 1969.

19. Акулич И.Л. Задачи нелинейного программирования // Математическое программирование в примерах и задачах. — М.: Высшая школа, 1986. — 319 с. — ISBN 5-06-002663-9..
20. Зорич В. А. Математический анализ. Часть 1. — изд. 2-е, испр. и доп. — М.: ФАЗИС, 1997.

FORMALIZATION AND PROCEDURE OF THE SOLUTION OF THE PROBLEM OF FORMATION OF THE PORTFOLIO OF SERVICES ERP-PROJECT OF THE ENTERPRISE

V.V. Zimin, V.V. Mitkov, A.V. Zimin

Siberian state industrial university
Novokuznetsk, Russia

Abstract. Enterprise resource planning of the enterprise, crucial during creation, the first stage of system is. Simultaneous introduction of all services for all business processes of the enterprise, as a rule, isn't possible or expedient for various reasons: lack of sufficient resources, difficulties of creation in short terms of necessary technical infrastructure, big risks of radical reorganization of the operating control system, etc. Thereof the functional volume of the 1st turn of the project joins the IT services providing effective functioning of the most interconnected business processes. Mathematical statement and the procedure of the solution of a problem of definition of a portfolio of the IT services realizing functions of the main business processes and components the functional volume of the 1st turn of Enterprise resource planning of the large metallurgical company is given in article. Problem definition considers three important indicators of efficiency of the ERP project: the size of the budget of the project, the number of communications between the IT services making the functional volume of the project (its "an integration kernel"), the number of the inherited design decisions from the systems of a "scrappy" computerization finding application in Enterprise resource planning. The first of these indicators is accepted as criterion of a task, other two – as her restrictions. As a result of formalization the considered task comes down to a problem of integer square programming. The method of network programming in the modification used for the solution of problems of nonlinear programming is applied to her decision. The method dekompozirut a complex initial challenge on the generalized problem of network programming and set of significantly simpler subtasks. In article the example of the solution of the studied task in which the generalized problem of network programming is solved by method of multipliers of Lagrange is given, and separate subtasks are solved by method of dichotomizing programming which consolidates the solution of subtasks to the solution of the sequence of simple estimated tasks. The solution of a problem of formation of a portfolio of services delivers basic data for a problem of scheduling of realization of IT services by the design groups which are responsible for a computerization of separate business processes of the enterprise.

REFERENCES

1. OGC-ITIL V3-1-Service Strateqy. - TSO 2007. - 373p.
2. OGC-ITIL V3-2 Service Desiqn, TSO 2007. - 334p.
3. OGC-ITIL V3-3 – Service Transition, London: TSO 2007. – 270p.

4. OGC-ITIL V3 - 4 – Service Operation TSO 2007. - 397p.
5. OGC-ITIL V3 - 5 Continual Service Improvement TSO 2007. - 308p.
6. OGC-ITIL V3 - 6 Service Lifecycle, Introduction ITIL. - TSO 2007. - 173p.
7. Zimin, V. V. K to development of conceptual bases of management of IT activity / V. V. Zimin, S. M. Kulakov, A. V. Zimin//Messenger of NSU, Information Technologies series. - Volume 10, Release 4. - 2012. - Page 29-39.
8. Zimin V. V. Bases of management of life cycle of services of systems of informatics and automation (best practicians of ITIL): manual / V. V. Zimin, A. A. Ivushkin, S. M. Kulakov, K. A. Ivushkin. – Kemerovo: Kuzbassvuzizdat, 2013. – 500 pages.
9. Burkov, V. N. How to operate projects: Scientific and practical edition. / V. N. Burkov, D. A. Novikov. - M.: SINTEG – GEO. - 1997. - 188 pages.
10. Phillips J.J. Bothell T.W. Snead G.L. The project management scorecards. - Amsterdam: Elseiver. 2003.
11. Rumizen M.C. Knowledge management. - N.Y.: Alpha. 2002.
12. Wysocky R.K. Beck R. Crane D.B. Effective project management. - N.Y. John Wiley & Sons. 2000.
13. Mechanisms of management: the manual / under D. A. Novikov's edition. - M.: LENAND, 2011. – 192 pages.
14. Wagner. Bases of a research of operations / G. Wagner. - M.:Мир, 1972. - 198 pages.
15. Burkova, I. V. Metod of network programming in tasks of project management: abstract yew. on соиск. degrees of the Doctor of Engineering: 05.13.10 / I. V. Burkova. - Moscow, IPU, 2012.
16. Burkova, I. V. Metod of network programming in problems of nonlinear optimization / I.V. Burkova//Automatic equipment and telemechanics. - 2009. - No. 10. - page 15-21.
17. Kornut A.A., I.H. Whitefish, Finkelstein Yu. Yu. Metod of branches and borders. Review of the theory, algorithms, programs and appendices.//Math. Operation Forsch. Staist. Ser. Optimization. – 1977. – V. 8, No. 2. - P. 253-280.
18. A.A., Finkelstein Yu. Yu. Kornut. Discrete programming. – M.: Science, 1969.
19. Akulich I. L. Problems of nonlinear programming//Mathematical programming in examples and tasks. — M.: The higher school, 1986. — 319 pages — ISBN 5-06-002663-9.
20. Zorich V. A. Mathematical analysis. Part 1. — prod. the 2nd, испр. and additional — M.: PHASE, 1997.