

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Сибирский государственный индустриальный университет»
Администрация Правительства Кузбасса
Администрация г. Новокузнецка
Институт проблем управления им. Трапезникова РАН
Федеральный исследовательский центр угля и углехимии СО РАН
АНО «Научно-образовательный центр «Кузбасс»**

**СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ
(в образовании, науке и производстве)
AS' 2023**

**ТРУДЫ ВСЕРОССИЙСКОЙ НАУЧНО–ПРАКТИЧЕСКОЙ
КОНФЕРЕНЦИИ
(с международным участием)**

12-14 декабря 2023 г.

**Новокузнецк
2023**

3. Козырева П.М., Назимова А.Э., Смирнов А.И. Здоровье населения России: динамика и возрастные особенности (1994-2011 гг.). *Вестник Института социологии* 2012; (6): 9-47.
4. Здравоохранение в России. 2019: Стат.сб./Росстат. - М., 3-46 2019. – 170 с.
5. Здравоохранение в России. 2021: Стат.сб./Росстат. - М., 2021. – 171 с.
6. Федеральная служба государственной статистики. Официальная статистика. Население. Демография. URL: http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru/statistics/population/demography/# (Дата обращения: 04.10.2023)
7. Российский статистический ежегодник. 2022: Стат.сб./Росстат. – Р76 М., 2022 – 691 с.
8. Жилина Н.М. Основные причины инвалидности и смертности населения в 2012-2016 годах на примере Новокузнецка. *Информационно-аналитический вестник «Социальные аспекты здоровья населения»*. 2018; 60(2). <http://vestnik.mednet.ru/content/view/968/30/lang,ru/> (Дата обращения 20.09.2023)
9. Жилина Н.М., Чеченин Г.И., Херасков В.Ю. Медицинская демография в сравнении показателей России и Новокузнецка / Системы автоматизации (в образовании, науке и производстве) AS'2022 : труды Всероссийской научно-практической конференции (с международным участием), Новокузнецк, 15–16 декабря 2022 года./ Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Сибирский государственный индустриальный университет ; под общ. ред. В.В. Зимина. – Новокузнецк : Издательский центр СибГИУ, 2022. – С. 15-20 – ISBN 978-5-7806-0583-6
10. Сабгайда Т.П. Структура избыточной смертности, обусловленной пандемией новой коронавирусной инфекции, у городских и сельских жителей. *Социальные аспекты здоровья населения* [сетевое издание] 2021; 67(5):1. URL: <http://vestnik.mednet.ru/content/view/1298/30/lang,ru/>. DOI: 10.21045/2071-5021-2021-67-5-1. (Дата обращения 11.10.2023).

УДК 519.876.2

ФОРМИРОВАНИЕ ПРОГРАММ РАЗВИТИЯ В ОРГАНИЗАЦИЯХ С МНОГОЦЕЛЕВЫМИ ПРОЕКТАМИ

Каиркенов Х.К., Зимин А.В.

*ФГБОУ ВО «Сибирский государственный индустриальный университет»
г. Новокузнецк, Россия, k.kairkenov@mail.ru*

Аннотация. Важным направлением повышения результативности и эффективности деятельности организаций является улучшение механизмов управления формированием и календарным планированием программ развития. В настоящее время необходимо обеспечить мобилизацию активов компаний для решения задач их устойчивого развития. Для этого рассматривается задача формирования программы развития предприятия, которая включает несколько направлений развития, таких как совершенствование бизнес-процессов, производственных технологий, цифровой трансформации и др. Каждое направление содержит проекты, описываемые эффектом, размером инвестиций, изменением расходных статей операционного бюджета и индикатором, описывающим риск реализации проекта. Одно из направлений может включать многоцелевые проекты, выполнение которых приводит к изменению показателей эффективности проектов других направлений программы развития. Управление программой развития включает управление общим бюджетом программы и достижением общей цели программы. Управление рисками проектов и изменением операционного бюджета реализуется на уровне управления портфелем проектов отдельных направлений программы. Для решения задач используются формализации, схемы декомпозиции и композиции, а также процедуры, базирующиеся на теориях системного анализа и сетевого программирования.

Ключевые слова: программы развития, проект, операционный бюджет, управление программой развития, многоцелевые проекты.

Abstract. An important direction for improving the efficiency and effectiveness of the activities of metallurgical companies is to improve the management mechanisms for the formation and calendar planning of development programs. Currently, it is necessary to ensure the mobilization of assets of companies to solve the problems of their sustainable development. For this purpose, the task of forming a development program for a metallurgical enterprise is considered, which includes several areas of development, such as improving business processes, production technologies, digital transformation, etc. Each direction contains projects described by the effect, the size of investments, changes in expenditure items of the operating budget and an indicator describing the risk of project implementation. One of the directions may include multi-purpose projects, the implementation of which leads to changes in the performance indicators of projects in other areas of the development program. The management of the development program includes the management of the overall budget of the program and the achievement of the overall goal of the program. Project risk management and operational budget changes are implemented at the level of project portfolio management of individual program areas. To solve problems, formalizations, decomposition and composition schemes, as well as procedures based on the theories of system analysis and network programming are used.

Keywords: development programs, project, operational budget, development program management, multi-purpose projects.

Введение

Механизмы управления формированием и календарным планированием программ развития являются важными инструментами для повышения результативности и эффективности деятельности компаний [1-5]. Формирование таких программ развития является необходимым этапом комплексной технологии управления развитием организаций и предприятий, и входит в класс задач управления портфелем проектов. Программа развития представляет собой портфель проектов, которые в совокупности обеспечивают достижение стратегических целей организации [6-10]. В работе рассмотрены различные модели и методы управления портфелем проектов, включая методы «затраты-эффект» и сетевое программирование.

В работе рассмотрена задача формирования программы развития организации, включающей многоцелевые проекты [11]. Предложен многокритериальный подход, который учитывает весь спектр интересов отрасли и региона при выработке оптимального решения.

Программа включает несколько направлений развития, каждое из которых представлено отдельным портфелем проектов. Проект описывается двумя параметрами: эффектом от реализации проекта и инвестициями, необходимыми для реализации. Для случая, когда имеются проекты, дающие вклад в несколько направлений, используются методы, обобщенные для многоцелевых проектов [12].

В работе рассмотрен случай, когда управление программой развития включает управление общим бюджетом и достижением общей цели программы [13]. Управление рисками проектов и изменением операционного бюджета реализуется на уровне управления портфелем проектов направлений программы. Для решения задач используются методы теории сетевого программирования [14].

Пусть $P = \{P_j | j = \overline{1, m}\} = \{\{p_{ji} | i = \overline{1, n_j}\} | j = \overline{1, m}\}$ – множество проектов, инициированных для включения в программу развития предприятия (компания, муниципалитета и т.п.). Множество P включает m направлений развития, каждое из которых содержит по n_j проектов p_{ji} . Одно из направлений включает, помимо одноцелевых, так называемые многоцелевые проекты, которые могут изменять некоторые из показателей проектов других направлений. Будем считать направление, включающее многоцелевые проекты m -ым направлением развития ($j=m$): $P_m = \{p_{ml} | l = \overline{1, q}\} \cup \{p_{ml} | l = \overline{(q+1), n_m}\}$. Здесь q и $(n_m - q)$ – количество, соответственно одноцелевых и многоцелевых проектов.

Пусть $\alpha_{ji} = \alpha(p_{ji})$, $c_{ji} = c(p_{ji})$, $\Delta b_{ji} = \Delta b(p_{ji})$ и $r_{ji} = r(p_{ji})$, соответственно, величина эффекта, размер инвестиций, изменение операционного бюджета и индикатор риска проекта p_{ji} . Причем r_{ji} равен 1, если проект относится к классу проектов с высоким риском и 0 – в противном случае. Влияние отдельного многоцелевого проекта $p_{ml}, l = \overline{(q+1), n_m}$, на показатели одноцелевых проектов направлений всех направлений опишем

совокупностью кортежей $\{\delta\alpha_{ji}^{ml} | i = \overline{1, n_j}\}$, $\{\delta c_{ji}^{ml} | i = \overline{1, n_j}\}$, $\{\delta b_{ji}^{ml} | i = \overline{1, n_j}\}$, $\{\delta r_{ji}^{ml} | i = \overline{1, n_j}\}$, $j = \overline{1, m}$, где, $\delta\alpha_{ji}^{ml}, \delta c_{ji}^{ml}, \delta b_{ji}^{ml}$ представляют собой аддитивные добавки к соответствующим показателям проектов направления j , а параметр δr_{ji}^{ml} равен 1, если реализация проекта P_{ji} изменяет индикатор риска проекта P_{ji} (проект с высоким риском переводится в проект с низким риском), и 0 в противном случае [5]. Заметим, что величины $\delta\alpha_{mi}^{ml}, \delta c_{mi}^{ml}, \delta b_{mi}^{ml}$ для $i = (q+1), n_m$ равны 0 (многоцелевые проекты не изменяют значения показателей других многоцелевых проектов).

Введем переменную x_{ji} , которая равна 1, если проект P_{ji} включается в портфель реализуемых проектов j -го направления развития, и равна 0, если проект отклоняется. Определим правила вычисления значений показателей проектов направлений $j, j = \overline{1, m}$, программы развития в зависимости от выбора варианта решения $x_{mq} = (x_{m(q+1)}, x_{m(q+2)}, \dots, x_{mn_m}) \subset x_m = (x_{mi} | i = \overline{1, n_m})$ для направления m с многоцелевыми проектами. Эффект от реализации произвольного одноцелевого проекта P_{ji} (при условии выбора решения x_{mq}) будет:

$$\alpha_{ji}(x_{mq}) = \alpha_{ji} + \sum_{l=(q+1)}^{n_m} \delta\alpha_{ji}^{ml} x_{ml} \quad (1)$$

Затраты на реализацию этого проекта составят:

$$c_{ji}(x_{mq}) = c_{ji} + \sum_{l=(q+1)}^{n_m} \delta c_{ji}^{ml} x_{ml} \quad (2)$$

Аналогично, изменение операционного бюджета описывается формулой:

$$\Delta b_{ji}(x_{mq}) = \Delta b_{ji} + \sum_{l=(q+1)}^{n_m} \delta b_{ji}^{ml} x_{ml} \quad (3)$$

Тип проекта будет определяться значением соотношения:

$$r_{ji}(x_{mq}) = \begin{cases} r_{ji}, & \sum_{l=(q+1)}^{n_m} \delta r_{ji}^{ml} x_{ml} = 0 \\ 0, & \sum_{l=(q+1)}^{n_m} \delta r_{ji}^{ml} x_{ml} > 0 \end{cases} \quad (4)$$

Теперь задача формирования программы развития предприятия при условии выбора решения x_{mq} для многоцелевых проектов формализуется в виде линейной задачи целочисленного программирования:

$$\sum_{j=1}^{m-1} \sum_{i=1}^{n_j} \alpha_{ji}(x_{mq}) x_{ji} + \sum_{i=1}^q \alpha_{mi} x_{mi} \rightarrow \max \quad (5)$$

$$\sum_{j=1}^{m-1} \sum_{i=1}^{n_j} c_{ji}(x_{mq})x_{ji} + \sum_{i=1}^q c_{mi}x_{mi} \leq c^* - \sum_{i=q+1}^{n_m} c_{mi}x_{mi}, \quad (6)$$

$$\begin{aligned} \sum_{i=1}^{n_j} c_{ji}(x_{mq})r_{ji}(x_{mq})x_{ji} &\leq c_{rj}^*, \quad j = \overline{1, (m-1)}, \\ \sum_{i=1}^q c_{mi}(x_{mq})r_{mi}(x_{mq})x_{mi} &\leq c_{rj}^* - \sum_{i=q+1}^{n_m} c_{mi}r_{mi}x_{mi}. \end{aligned} \quad (7)$$

$$\begin{aligned} \sum_{i=1}^{n_j} \Delta b_{ji}(x_{mq})x_{ji} &\leq \Delta b_j^*, \quad j = \overline{1, (m-1)}, \\ \sum_{i=1}^q \Delta b_{ji}(x_{mq})x_{ji} &\leq \Delta b_j^* - \sum_{i=q+1}^{n_m} \Delta b_{mi}x_{mi}. \end{aligned} \quad (8)$$

Здесь $c^*, c_{rj}^*, \Delta b_j^*$, соответственно, ограничения на размер инвестиций в проекты всех направлений, на финансирование проектов с высоким риском и на изменение операционного бюджета для каждого из направлений.

Задачу формирования оптимальной программы развития решим по следующей схеме:

– сформируем, решив задачу (5) – (8), оптимальную программу развития при условии выбора произвольного решения x_{mq} для многоцелевых проектов;

– определим безусловную оптимальную программу развития, решив задачу (5) – (8) для каждого варианта $x_{mq} \in X_{mq}$ вхождения многоцелевых проектов в программу и выбрав в качестве итогового решения тот вариант программы развития, которому соответствует наибольшая величина суммарного эффекта. Заметим, что мощность множества X_{mq} равна $2^{(n_m-q)}$.

Формирование Оптимальной программы развития, при условии выбора произвольного решения x_{mq} для многоцелевых проектов

Задачу (5) – (8) решим с использованием метода сетевого программирования. Определим величины $c_j^*, j = \overline{1, m}$, такие, что:

$$\sum_{j=1}^m c_j^* = c^* - \sum_{i=q+1}^{n_m} c_{mi}x_{mi}. \quad (9)$$

Тогда задачу (5) – (8) можно декомпозировать на m задач формирования множества проектов для отдельных направлений $j, j = \overline{1, m}$, программы развития. Для $j = \overline{1, (m-1)}$ вид задач, полученных в результате декомпозиции будет:

$$\sum_{i=1}^{n_j} \alpha_{ji}(x_{mq})x_{ji} \rightarrow \max, \quad (10)$$

$$\sum_{i=1}^{n_j} c_{ji}(x_{mq})x_{ji} \leq c_j^*, \quad (11)$$

$$\sum_{i=1}^{n_j} c_{ji}(x_{mq}) r_{ji}(x_{mq}) x_{ji} \leq c_{rj}^*, \quad (12)$$

$$\sum_{i=1}^{n_j} \Delta b_{ji}(x_{mq}) x_{ji} \leq \Delta b_j^*, \quad (13)$$

Задача для направления m с многоцелевыми проектами, с учетом выбора решения x_{mq} , примет вид:

$$\sum_{i=1}^q \alpha_{mi} x_{mi} \rightarrow \max, \quad (14)$$

$$\sum_{i=1}^q c_{mi} x_{mi} \leq c_m^*, \quad (15)$$

$$\sum_{i=1}^q c_{mi}(x_{mq}) r_{mi}(x_{mq}) x_{mi} \leq c_{rj}^* - \sum_{i=q+1}^{n_m} c_{mi} r_{mi} x_{mi}, \quad (16)$$

$$\sum_{i=1}^q \Delta b_{ji}(x_{mq}) x_{ji} \leq \Delta b_j^* - \sum_{i=q+1}^{n_m} \Delta b_{mi} x_{mi}. \quad (17)$$

Задачи (10) – (13) и (14) – (17) являются задачами о трехмерном ранце и могут быть решены методом таблиц допустимых решений [15]. Пусть множества

$$\{(x_j^{k_j}(x_{mq}), \alpha(x_j^{k_j}(x_{mq})), c_j(x_j^{k_j}(x_{mq})), c_{rj}(x_j^{k_j}(x_{mq})), \Delta b_j(x_j^{k_j}(x_{mq}))) | k_j = \overline{1, K_j^P}, j = \overline{1, (m-1)}\}, \quad (18)$$

и

$$\{(x_m^{k_m}, \alpha(x_m^{k_m}), c_m(x_m^{k_m}), c_{rm}(x_m^{k_m}), \Delta b_m(x_m^{k_m})) | k_m = \overline{1, K_m^P}\}, \quad (19)$$

описывают, соответственно, совокупности Парето-решений задач (10) – (13) и (14) – (17), полученные методом таблиц допустимых решений. Здесь:

$$x_j^{k_j} = \{x_{ji}^{k_j} | i = \overline{1, n_j}\}, \quad (20)$$

$$x_m^{k_m} = \{x_{mi}^{k_m} | i = \overline{1, q}\} \cup x_{mq}. \quad (21)$$

Чтобы получить Парето-решения для всей совокупности направлений программы развития ($j = \overline{1, m}$), необходимо выполнить последовательно $(m-1)$ композицию Парето-решений (18) и (19) с удалением на каждом шаге композиции из множества формируемых решений тех, которые доминируются другими полученными решениями, а также тех, ко-

торые не удовлетворяют ограничению на суммарные инвестиции, соответствующие этапу композиции:

$$\sum_{\{j\}} c_j(x_j^{k_j}(x_{mq})) \leq c^* \quad (22)$$

Здесь совокупность $\{j\}$ направлений для первого этапа композиции описывается множеством $\{1,2\}$, второго – множеством $\{1,2,3\}$, последнего $(m-1)$ -ого этапа – множеством $\{1, 2, 3, \dots, m\}$. Результатом итоговой $(m-1)$ -ой композиции будет множество Парето-решений для совокупности проектов всех направлений программы развития. Опишем это множество следующим образом:

$$\{(x_{12\dots m}^{k_1\dots k_m}(x_{mq}))^d, \alpha((x_{12\dots m}^{k_1\dots k_m}(x_{mq}))^d), c((x_{12\dots m}^{k_1\dots k_m}(x_{mq}))^d), \\ c_r((x_{12\dots m}^{k_1\dots k_m}(x_{mq}))^d), \Delta b((x_{12\dots m}^{k_1\dots k_m}(x_{mq}))^d) \mid d = \overline{1, D_{12\dots m}^P}\} \quad (23)$$

Оптимальное решение $(x_{12\dots m}^{k_1\dots k_m}(x_{mq}))^{d_{opt}}$ на множестве (23) определяется правилом:

$$(x_{12\dots m}^{k_1\dots k_m}(x_{mq}))^{d_{opt}} = \arg \max_{d=1, D_{12\dots m}^P} \alpha(x_{12\dots m}^{k_1\dots k_m}(x_{mq}))^d. \quad (24)$$

Решение $(x_{12\dots m}^{k_1\dots k_m}(x_{mq}))^{d_{opt}}$ зависит от значений $c_j^*, j = \overline{1, m}$, задаваемых соотношением (9), то есть:

$$\alpha\{(x_{12\dots m}^{k_1\dots k_m}(x_{mq}))^{d_{opt}}, (c_j^* \mid \sum_{j=1}^m c_j^* = c^* - \sum_{i=q+1}^{n_m} c_{mi} x_{mi})\} \quad (25)$$

Чтобы найти максимум критерия (25) от значений $c_j^*, j = \overline{1, (m-1)}$, правые части ограничений (11) и (15) определим в соответствии с правилами:

$$c_j^* = \sum_{i=1}^{n_j} c_{ji}(x_{mq}), j = \overline{1, (m-1)}. \quad (26)$$

$$c_m^* = \sum_{i=1}^q c_{mi}. \quad (27)$$

Ограничения (26) и (27) делают допустимыми все решения для каждого направления программы развития и тем самым увеличивает вычислительную сложность описываемых процедур, но гарантирует нахождение максимума критерия (25). Заметим, что ограничение (22) на этапах композиции исключает из рассмотрения решения, не допустимые по суммарным затратам на реализацию проектов. Решение, доставляющее максимум критерию (25), обозначим:

$$(x_{12\dots m}^{k_1\dots k_m}(x_{mq}))_{\max(c_j^* \mid j=\overline{1, m})}^{d_{opt}} \quad (28)$$

Формирование оптимальной программы развития

Решение (28) задачи (5) – (8) определяет оптимальную программу развития при условии выбора решения x_{mq} для многоцелевых проектов. Решение, доставляющее безусловный оптимум для программы развития, определится из соотношения:

$$(x_1, x_2, \dots, x_{(m-1)}, x_m)^{opt} = \arg \max_{x_{mq} \in X_{mq}} \alpha((x_{12\dots m}^{k_1\dots k_m}(x_{mq}))_{\max(c_j^* | j=\overline{1,m})}^{d_{opt}}). \quad (29)$$

Пример. Пусть программа развития включает три направления, соответственно, с количеством проектов 5, 9 и 8. Исходные данные для проектов этих направлений приведены в таблицах 1, 2, 3.

Таблица 1 – Исходные данные проектов первого направления программы развития

Эффект	5	2	7	3	4
Инвестиции	210	102	532	141	190

Таблица 2 – Исходные данные проектов второго направления программы развития

Эффект	6	4	9	7	2	5	7	8	3
Инвестиции	987	659	1103	901	312	801	1003	1059	387

Таблица 3 – Исходные данные проектов третьего направления программы развития

Эффект	3	8	4	2	6	5	9	5
Инвестиции	65	312	192	61	119	93	423	1600

Общая потребность в инвестициях на реализацию всех инициированных проектов составляет 11252 единицы, заданный объем инвестиций Z^* равен 8900 единицам.

В третьем направлении ($m = 3$) последний (восьмой) - многоцелевой проект, влияние которого на изменение значений показателей одноцелевых проектов описывается таблицами 4,5,6.

Таблица 4 – Величины изменений значений показателей проектов 1 направления

Величина увеличения эффектов проектов 1-го направления	0	3	0	0	3
Снижение объема инвестиций в проекты 1-го направления	0	0	9	0	0

Таблица 5 – Величины изменений значений показателей проектов 2 направления

Величина увеличения эффектов проектов 2-го направления	2	0	0	1	3	0	0	0	4
Снижение объема инвестиций в проекты 2-го направления	0	0	11	87	15	0	12	0	0

Таблица 6 – Величины изменений значений показателей проектов 3 направления

Увеличение эффектов проектов 3-го направления	1	0	2	0	0	3	0
Снижение объема инвестиций в проекты 3-го направления	6	0	8	0	0	0	9

Число вариантов вхождения единственного многоцелевого проекта равно 2. Для первого варианта (многоцелевой проект не входит в программу развития - $x_{38} = 0$) программным комплексом решения задачи сформировано 29 Парето-решений для направления с многоцелевым проектом, рисунок 1.

Файл

Главная

Вставка

Редактирование

Макет страницы

Формулы

Данные

Рецензирование

Вид

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Число

Рисунок 1 – Парето-решения для направления с многоцелевым проектом при $x_{38} = 0$

Для первого направления программы сформировано 19 решений, рисунок 2.

200422 - 181 Оптимизация программы развития с Mq/Ts/lim - Excel

ФайлГлавнаяВставкаРеферативная панельМакет страницыФормулыДанныеРецензированиеВид

Меню быстрого запуска

ВставитьКопироватьФормат по образцуБуфер обмена

Ж К М

Шрифт

Выравнивание

Число

ОбщийУсловное форматированиеФорматировать как таблицу

СтилиОбычныйНеформатныйВысокийХорошийВводВыход

ВставитьУдалитьФормат

АвтосуммаЗаполнитьОчистить

Согласование и форматированиеНайти и выделить

E76

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
58													
59													
60	X1...X3	111	101	011	001	110	100	010	000				
61	Эффект	14	12	9	7	7	5	2	0				
62													
63	Инвестиции	844	742	634	532	312	210	102	0				
64					5								
65	Кол-во реш												
66	7												
67													
68													
69													
70	X1...X4	1111	1011	1110	0111	1010	1101	0110	1001	1100	0101	1000	0001
71	Эффект	17	15	14	12	12	10	9	8	7	5	5	3
72													
73	Инвестиции	985	883	844	775	742	453	634	351	312	243	210	141
74					5			8,00			11,00		
75	Кол-во реш												
76	11												
77													
78													
79													
80	X1...X5	11111	10111	11101	11110	10101	10110	11100	11011	10100	10011	11001	11010
81	Эффект	21	19	18	17	16	15	14	14	12	12	11	10
82													
83	Инвестиции	1175	1073	1034	985	932	883	844	643	742	541	502	453
84								8,00		10,00			
85	Кол-во реш												
86	19												
87													

Готово

НД1НД2Итого паретоМногоцелевые проектыАнализ вариантов

Рисунок 2 – Парето-решения для первого направления программы при $x_{38} = 0$

Для второго направления программы развития сформировано 49 Парето-решений, рисунок 3.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
98													
99													
100	X1...X7	1111111	1111011	1011111	1111101	0111111	1111110	1111001	0111011	1111010	1011101	0011111	1011110
101	Эффект	40	38	36	35	34	33	33	32	31	31	30	29
102	Инвестиции	5766	5454	5107	4965	4779	4763	4653	4467	4451	4306	4120	4104
104	Кол-во реш						7			10,00			13,00
105	32												
106													
107													
108													
109													
110	X1...X8	11111111	11110111	10111111	11111011	01111111	11110011	11111110	01110111	10111011	11110110	00111111	01111011
111	Эффект	48	46	44	43	42	41	40	40	39	38	38	37
112	Инвестиции	6825	6513	6166	6024	5838	5712	5766	5526	5365	5454	5179	5037
114	Кол-во реш							8,00			11,00		
115	46												
116													
117													
118													
119													
120	X1...X9	111111111	111101111	111111110	101111111	111101110	011110111	101111110	111100111	111101110	011101111	011111110	
121	Эффект	51	49	48	47	46	45	44	44	43	43	42	
122	Инвестиции	7212	6900	6825	6553	6513	6411	6225	6166	6099	6024	5913	5838
124	Кол-во реш					6			9,00		11,00		13,00
125	49												
126													
127													

Рисунок 3 – Парето-решения для первого направления программы при $x_{38} = 0$

В результате последовательной композиции решений для всех трех направлений сформировано 54 итоговых Парето-решений, рисунок 4.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
91	Эффект	51	49	48	47	46	45	44	43	42	41	40	39	38
92	Инвестиции	7212	6900	6825	6553	6411	6225	6099	5913	5752	5566	5424	5254	511
94	Итог. кол-во реш													
95	49													
96														
97														
98														
99														
100	НД1...НД3	111111111111111111110	101011111111111111110	101110111111111111111	101111111111111111111	101111111111111111111	101111111111111111111	101111111111111111111	101111111111111111111	101111111111111111111	101111111111111111111	101111111111111111111	101111111111111111111	101111111111111111111
101	Эффект	109	107	107	106	106	105	105	105	104	104	104	104	10
102	Инвестиции	9652	9550	9340	9511	9265	9460	9238	8993	9409	9199	9163	8851	935
104	Кол-во реш		9652	3	9340	5	9265	7	8	8993	10	11	12	
105	54													
106	2500													
107														
108														
109														
110	НД1...НД3	111111111101111111110	101111111111111111110	101111111111111111111	101111111111111111111	101111111111111111111	101111111111111111111	101111111111111111111	101111111111111111111	101111111111111111111	101111111111111111111	101111111111111111111	101111111111111111111	101111111111111111111
111	Эффект	104	103	102	101	100	99	98	97	96	95	94	93	92
112	Инвестиции	8851	8665	8539	8353	8192	8006	7864	7694	7552	7477	7205	7165	685
114	Кол-во реш													
115	54													
116														
117														
118														
119														

Рисунок 4 – Результат композиции решений для всех трех направлений программы

Лучшим оказалось решение $(x_1, x_2, x_3)^{opt} = ((11111)(111110111)(11111110))$ с эффектом в 104 единицы и инвестициями в 8851 единиц.

Аналогично, для второго варианта (многоцелевой проект входит в программу развития, то есть $x_{38} = 1$) программным комплексом сформировано 17 Парето-решений для направления с многоцелевым проектом, для первого направления - 11 решений, для второго - 39.

В результате последовательной композиции решений для отдельных направлений, программа сформировала 57 итоговых Парето-решений. Лучшим среди них оказалось решение $(x_1, x_2, x_3)^{opt} = ((11111)(101110011)(11111111))$ с эффектом в 120 единиц и инвестициями в 8635 единиц. Это решение, в соответствии с (29), обеспечивает достижение безусловного оптимума решаемой задачи.

Заключение

Данная работа охватывает важные инструменты управления развитием компаний, такие как механизмы управления формированием и календарным планированием программ развития. Рассмотрены различные модели и методы управления портфелем проектов, включая методы «затраты-эффект» и сетевое программирование.

В работе рассмотрена задача формирования программы развития организации, включающей многоцелевые проекты, и предложен многокритериальный подход для выработки оптимального решения.

Область применения задачи может быть расширена, если ввести в ее постановку общие для программы развития ограничения на объем инвестиций в рискованные проекты и/или на изменение операционного бюджета. В работе разработаны и усовершенствованы комплекс специализированных программных средств для решения задачи формирования программы развития.

Библиографический список

1. Бурков В.Н., Уандыкова М.К., Елеукулова А.Д. Многоцелевые проекты в задаче формирования программы развития нефтегазовой отрасли // Вестник ЮУрГУ. Серия «Компьютерные технологии, управление, радиоэлектроника». 2017. Т. 17, № 4. С. 113-121.
2. Бурков В.Н., Щепкин А.В., Амелина К.Е., Даулбаева З.М., Рязанцев С.А. Комплексный механизм управления развитием организации // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Компьютерные технологии, управление, радиоэлектроника. 2019. Т. 19. № 3. С. 79-93.
3. Каиркенов Х.К., Зимин А.В., Буркова И.В., Зимин В.В. О механизме формирования программ развития, содержащей многоцелевые проекты // Системы управления и информационные технологии, №1(87), 2022. – С. 73-76
4. Х.К. Каиркенов. О повышении вычислительной эффективности процедуры формирования программы развития, содержащей многоцелевые проекты / Каиркенов Х.К., Байдалинов А.Д., Загидулин И.Р., Лейман А.Ф., Зимин В.В. // Системы автоматизации (в образовании, науке и производстве). AS'2021 : труды XIII Всероссийской научно-практической конференции (с международным участием), 2–3 декабря 2021 г. – Новокузнецк : Издательский центр СибГИУ, 2021. – С. 309-315. – URL: <http://library.sibsiu.ru>.
5. Буркова И.В. Метод сетевого программирования в задачах нелинейной оптимизации // Автоматика и телемеханика. 2009. № 10. С. 15-21.
6. Бурков В.Н. Метод таблиц допустимых решений в задаче о ранце / В.Н. Бурков, В.О. Корепанов, А.Р. Кашенков // Вестник ЮУрГУ. Серия «Компьютерные технологии, управление, радиоэлектроника». - 2018.-Т. 18. №2.- С. 38 – 53.
7. Люнбергер Д.Г. Оптимизация пространственно-векторными методами // Д.Г. Люнбергер – изд. «Wiley-Interscience», 1997. – 352 с.
8. Бойд С. Выпуклая оптимизация // С. Бойд – Издательство Кембриджского Университета, 2004. – 727 с.
9. Берцекас Д. Нелинейное программирование: 3-е издание // Д. Берцекас – изд. «Афина Саентифик», 2016. – 880 с.
10. Берцимас Д. Введение в линейную оптимизацию // Д. Берцимас – изд. «Афина Саентифик», 1997. – 608 с.

11. Немхаузер Дж. Л. Численная и комбинаторная оптимизация // Дж. Л. Немхаузер, Л.А. Уолси – изд. «Wiley-Interscience», 1999. – 763 с.
12. Пьерр Д.А. Применения теории оптимизации // Д.А. Пьерр – Публикации Довер, 1986. – 612 с.
13. Брэдли С.П. Применения математического программирования // С.П. Брэдли, С.Х. Хакс, Т.Л. Магнанти – изд. «Эддисон-Уизли», 1977. – 716 с.
14. Васильев Ф.П. Методы оптимизации // Ф. П. Васильев – М.:МЦНМО, 2011. – 433 с.
15. Гороховик В.В. Выпуклые и негладкие задачи векторной оптимизации // В.В. Гороховик – изд. «УРСС», 1990. – 251 с.

УДК 005.5:51

ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ СТРУКТУРА САМОРАЗВИВАЮЩЕЙСЯ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНИЧЕСКИМ ОБСЛУЖИВАНИЕМ И РЕМОНТАМИ ОБОРУДОВАНИЯ ПРОМЫШЛЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

Прохоров И.М.*

*ФГБОУ ВО «Сибирский государственный индустриальный университет»
г. Новокузнецк, Россия, i.prohorov@inbox.ru*

***Аннотация.** В статье приведено описание варианта построения функциональной модели саморазвивающейся системы ТОРО.*

***Ключевые слова:** техническое обслуживание и ремонт оборудования, ТОРО, саморазвивающаяся система, непрерывные улучшения.*

***Abstract.** The article describes a variant of constructing a functional model of a self-developing TORO system.*

***Keywords:** maintenance and repair of equipment, TORO, self-developing system, continuous improvements.*

Бизнес – процесс технического обслуживания и ремонта оборудования (ТОРО) – отдельный или взаимосвязанные процессы определения фактического состояния оборудования, планирования, выполнения, учета, контроля и анализа исполнения мероприятий по техническому обслуживанию и ремонту оборудования. Для предприятий со значительными производственными активами, затраты на техническое обслуживание и ремонт составляют весомую долю расходов, поэтому с экономической точки зрения, целесообразно снижать себестоимость продукции в том числе за счет снижения затрат на обслуживание и ремонт, при этом обеспечивая необходимый уровень эксплуатационной надежности.

С целью минимизации издержек производства, процессы ТОРО должны быть оптимизированы, за счет:

- оптимизации стратегий обслуживания оборудования (по регламенту, по состоянию, по факту отказа);
- снижения затрат на обслуживание морально и физически устаревшего оборудования за счет своевременной разработки и реализации программ по модернизации, реконструкции и техпереворужению;
- сокращения номенклатуры используемых ТМЦ на основе унификации оборудования;
- снижения затрат на ТОРО на основе адекватной оценки реального состояния оборудования (исключение ремонтных работ на исправно работающем оборудовании, увеличение межремонтных периодов) за счет применения средств неразрушающего контроля, прогнозирования, статистических данных;

* Научный руководитель: д.т.н., Зимин А.В.

Павлова Л.Д., Фрянов В.Н.

**Алгоритм численной оценки эксплуатационной устойчивости
подготовительных выработок на наклонных угольных пластах 208**

Лисиенко В.Г., Чесноков Ю.Н., Лантева А.В.

Автоматизация производства и искусственный интеллект 216

СЕКЦИЯ 3. ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В УПРАВЛЕНИИ ОРГАНИЗАЦИОННЫМИ СИСТЕМАМИ

Буркова И.В.

Минимизация затрат в проектах на основе мягких зависимостей 219

Жилина Н.М.

**Демографические показатели современной России в международном
сравнении 224**

Каиркенов Х.К., Зимин А.В.

**Формирование программ развития в организациях с многоцелевыми
проектами 230**

Прохоров И.М.

**Функциональная структура саморазвивающейся системы управления
техническим обслуживанием и ремонтами оборудования промышленного
предприятия 240**

Гасымов Р.Р., Рыбенко И.А., Куценко А.И.

**Проектирование информационной системы формирования плана
финансово-хозяйственной деятельности университета 243**

Бабичева Н.Б., Кирчева А.С., Мамедов И.В.

**Применение цифрового следа в построении непрерывной образовательной
траектории 248**

Бычков А.Г., Киселева Т.В., Маслова Е.В.

**Использование сегментации для повышения эффективности свёрточных
нейронных сетей 254**

Чернова Л.В.

**Исследование методов защиты данных от утечек в системах DLP на примере
кредитных организаций 261**

Батенков К.А.

**Основа определения оперативных норм на параметры ошибок каналов и
трактов плезиохронной цифровой иерархии 265**

Васянин А.К., Калашников С.Н.

**Управление порожними вагонопотоками в железнодорожном узле
металлургического комбината 267**

Кузнецова Е.С., Кузьмина С.Ю., Кузьмин С.А.

**Интеллектуальный учет электроэнергии основа перехода к цифровизации в
электроэнергетике 271**

Кузнецова Е.С., Долгих Р.В., Захаров А.В.

**Разработка системы прогнозирования состояния работы
электрооборудования 275**

Купчик Б.М., Новиков А.А., Заверячев С.А., Коровин Е.В., Купчик М.Б.

**Принятие управленческих решений в здравоохранении на основе
автоматизированной системы анализа доказанной эффективности**

Научное издание

**СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ
(в образовании, науке и производстве)
AS' 2023**

**ТРУДЫ ВСЕРОССИЙСКОЙ НАУЧНО–ПРАКТИЧЕСКОЙ
КОНФЕРЕНЦИИ**
(с международным участием)

12-14 декабря 2023 г.

Под общей редакцией д.т.н., доц. В.В. Зимина

Техническое редактирование и компьютерная верстка В.И. Кожемяченко

Подписано в печать 01.12.2023 г.

Формат бумаги 60×84 1/16. Бумага писчая. Печать цифровая.

Усл. печ. л. 25.04. Уч.-изд. л. 26.64. Тираж 20 экз. Заказ 260.

Сибирский государственный индустриальный университет
654007, Кемеровская область – Кузбасс, г. Новокузнецк, ул. Кирова, зд. 42.
Издательский центр СибГИУ