Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Сибирский государственный индустриальный университет»
Кузбасский научный центр Сибирского отделения
Академии инженерных наук имени А.М. Прохорова
Кемеровское региональное отделение САН ВШ
АО «Евраз - Объединённый Западно-Сибирский металлургический комбинат»

СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ В ОБРАЗОВАНИИ, НАУКЕ И ПРОИЗВОДСТВЕ

AS' 2017

ТРУДЫ XI ВСЕРОССИЙСКОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ

(с международным участием)

Новокузнецк
2017

УДК 658.011.56
С 409

С 409 Системы автоматизации в образовании, науке и производстве : Труды XI Всероссийской научно-практической конференции / Сиб. гос. индустр. ун-т ; под общ. редакцией С.М. Кулакова, Л.П. Мышляева. - Новокузнецк: Изд. центр СибГИУ, 2017. - 466 с., ил.

ISBN 978-5-7806-0502-7

Труды конференции посвящены научным и практическим вопросам автоматизации управления технологическими процессами и предприятиями, социально-экономическими системами, образованием и исследованиями. Представлены результаты исследования, разработки и внедрения методического, математического, программного, технического и организационного обеспечения систем автоматизации и информационно-управляющих систем в различных сферах деятельности.

Сборник трудов ориентирован на широкий круг исследователей, научных работников, инженерно-технический персонал предприятий и научно-исследовательских лабораторий, преподавателей вузов, аспирантов и студентов.

Организации, поддержавшие конференцию:

ОК «Сибшахтострой» (г. Новокузнецк),
ЗАО «Стройсервис» (г. Кемерово),
ООО «Центр сварки и контроля» (г. Кемерово),
ООО «Научно-исследовательский центр систем управления» (г. Новокузнецк,)
ООО «Синерго СОФТ СИСТЕМС» (г. Новокузнецк).

Конференция проведена при финансовой поддержке РФФИ, грант № 17-07-20581

ISBN 978-5-7806-0502-7

© Сибирский государственный индустриальный университет, 2017

ОПЫТ СОЗДАНИЯ МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ БЕЗОПАСНОСТИ В УСЛОВИЯХ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ УГЛЕДОБЫВАЮЩЕГО ПРЕДПРИЯТИЯ 65
Решетников В.В., Давкаев К.С., Корольков М.В., Ляховец М.В.

ОЦЕНКА ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОТКРЫТЫХ РЕШЕНИЙ ДЛЯ ПОСТРОЕНИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ 71
Носков В.Ю., Мухтасаров Р.Т., Каюров В.А.

КОЛИЧЕСТВЕННАЯ ОЦЕНКА ТЕХНОГЕННЫХ РИСКОВ ДЛЯ МАГИСТРАЛЬНЫХ ГАЗОПРОВОДОВ В СРЕДЕ ГЕОИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ARCGIS DESKTOP 76
Бондин Ю.А., Спирин Н.А., Дебенко Д.В.

О СОВЕРШЕНСТВОВАНИИ МЕХАНИЗМА ПЛАНИРОВАНИЯПРОКАТНОГО ЦЕХА НА ОСНОВЕ СИТУАЦИОННО-НОРМАТИВНЫХ МОДЕЛЕЙ 80
Кулаков С.М., Мусатова А.И., Кадыков В.Н.

О НЕПАРАМЕТРИЧЕСКОМ УПРАВЛЕНИИ НЕУСТОЙЧИВЫМИ ДИНАМИЧЕСКИМИ СИСТЕМАМИ 86
Медведев А.В., Раскина А.В.

О НЕПАРАМЕТРИЧЕСКОМ ОЦЕНИВАНИИ ВЗАИМНО НЕОДНОЗНАЧНЫХ ФУНКЦИЙ ПО НАБЛЮДЕНИЯМ 90
Корнеева А.А., Чернова С.С., Шишкина А.В.

МЕХАНИЗМ КОМПЛЕКСНОГО ОЦЕНИВАНИЯ НА ОСНОВЕ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОГО ОБОБЩЕНИЯ ОЦЕНОК ПОКАЗАТЕЛЕЙ 96
Порядина В.Л., Лихачева Т.Г., Аксенова Ю.С.

О МЕХАНИЗМЕ ПИЛОТНОГО ТЕСТИРОВАНИЯ ERP-СИСТЕМЫ 102
Митьков В.В., Зимин В.В.

СИТУАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ТАКТОВ РАБОТЫ И ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ТЕРМИЧЕСКИХ ПЕЧЕЙ СТАЛЕПРОВОЛОЧНОГО ЦЕХА 107
Мусатова А.И., Кулаков С.М.

О СПОСОБАХ УПРАВЛЕНИЯ РАСПРЕДЕЛЕННОЙ СЕТЕВОЙ СТРУКТУРОЙ 113
Грачев А.В.

АВТОМАТИАЦИЯ ТЕХНОЛОГИИ ПОИСКА ПОЛНОГО МНОГОБРАЗИЯ ВАРИАНТОВ СОСТАВА КИНЕМАТИЧЕСКИХ ЦЕПЕЙ ПРИ ОГРАНИЧЕНИЯХ НА НОМЕНКЛАТУРУ ЗВЕНЬЕВ И КИНЕМАТИЧЕСКИХ ПАР 116
Степанов А.В.

ПРИМЕНЕНИЕ ЭКСПЕРТНОЙ СИСТЕМЫ ПРИ РАЗРАБОТКЕ И МОДЕЛИРОВАНИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РЕЖИМОВ ПРОКАТКИ 119
Шилов В.А., Куделин С.П., Иватович Ю.В., Бондин А.Р.

ИНФОРМАЦИОННАЯ ПОДДЕРЖКА ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ В СИСТЕМЕ УПРАВЛЕНИЯ КЛАСТЕРОМ 127
Иванова Е.В.

О МЕХАНИЗМЕ ПИЛОТНОГО ТЕСТИРОВАНИЯ ERP-СИСТЕМЫ

В.В. Митьков, В.В. Зимин,
Сибирский государственный индустриальный университет
Новокузнецк, Россия

Введение. Пилотные (экспериментальные) проекты предназначены для проверки принципиальной возможности достижения целей создаваемой ERP-системой посредством тестирования основных ее функций ограниченным количеством пользователей. То есть содержание пилотного проекта задается множеством ИТ-сервисов (функциональный объем тестирования), подлежащих проверке, и множеством пользователей, которые будут проверять функционирование этих сервисов [1]. Если объем пилотного проекта слишком мал, тогда принципиально важные функции системы будут недостаточно протестированы, а вероятность обнаружения принципиальных ошибок при полном внедрении будет высока. Если предметная область слишком велика, то значительно увеличивается объем работ по реализации пилотного проекта, то есть не будет необходимой быстроты и гибкости, из-за которых и организуется пилотное проектирование и его эффективность будет близка к эффективности полного внедрения.

Пусть $S = \{S_j \mid j = \overline{1,m}\} = \{\{s_{ji} \mid i = \overline{1,n_j}\} \mid j = \overline{1,n_j}\}$ - портфель сервисов создаваемой ERP-системы. Здесь j- номер бизнес-процесса, а i- номер сервиса в бизнес-процессе. Пусть расписание разработки сервисов портфеля, являющееся результатом формирования и календарного планирования проектирования сервисов, представлено на рисунке 1.

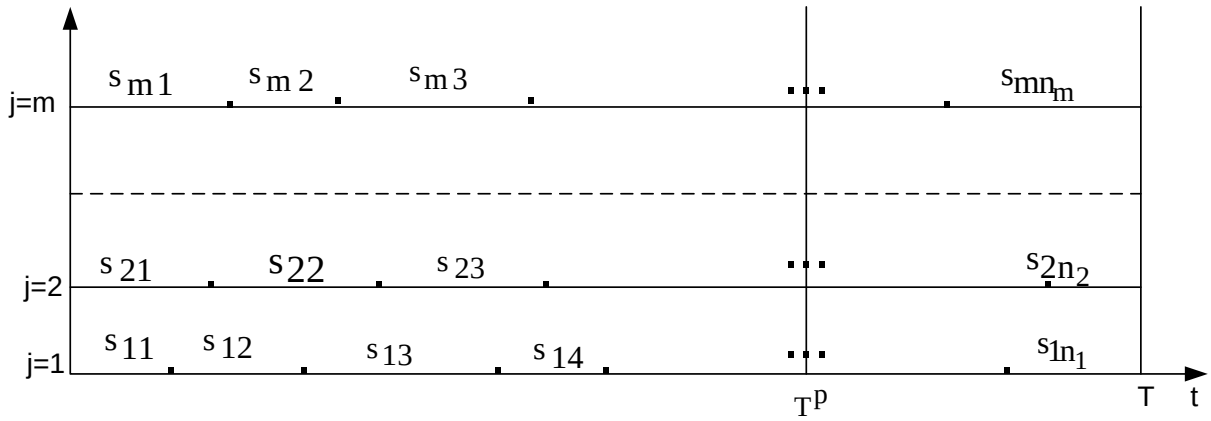

Рисунок 1 – Календарный план разработки ИТ-сервисов

Обозначим через $t_{ji} = t(s_{ji})$ длительность времени разработки сервиса s_{ji}, а через T^p - момент времени начала пилотного тестирования. Момент времени T_{ji} окончания проектирования сервиса s_{ji} определяется соотношением

$$T_{ji} = \sum_{k=1}^{i} t_{jk} \,. \qquad (1)$$

Тогда множество $S(T^p)$ сервисов, разработанных к моменту времени T^p начала пилотного тестирования, из которых может быть сформирован пилотный проект, определяется соотношением

$$S(T^p) = \{S_j(T^p) \mid j = \overline{1,m}\} = \{\{s_{ji} \mid T_{ji} \le T^p\} \mid j = \overline{1,m}\}\} \subset S \,. \qquad (2)$$

Для упрощения обозначений перенумеруем сервисы множества $S(T^p)$ так, что

$$S(T^p) = \{S_j(T^p) \mid j = \overline{1,m}\} = \{\{s_{ji} \mid i = \overline{1,n_j^p}\} \mid j = \overline{1,n_j^p}\} \,. \qquad (3)$$

Обозначим через $q_{ji}^{rk} = q(s_{ji}, s_{rk})$ количество связей между активами сервисов s_{ji}, s_{rk} В соответствии с определением, пилотное тестирование предполагает проверку ограниченным числом «продвинутых» пользователей корректного функционирования «базовых» функций создаваемой системы. Это означает, что задача формирования объема пилотного проекта состоит в определении тех сервисов из $S(T^p)$ и тех связей этих сервисов, которые должны быть подвергнуты тестированию [2-6].

Формализация задачи. Введем следующие переменные:

$$x_{ji} = \begin{cases} 1, \text{если сервис } s_{ji} \text{ подлежит тестированию}, \\ 0, \text{в противном случае} \end{cases}, \tag{4}$$

и

$$x_{ji}^{rk} = \begin{cases} 1, \text{ если связи сервиса } s_{ji} \text{ с } s_{rk} \text{ подлежат тестированию}, \\ 0, \text{ в противном случае} \end{cases}. \tag{5}$$

Общее количество связей между сервисами, подлежащее проверке при пилотном тестировании, описывается функцией

$$q = \sum_{j=1}^{m} \sum_{i=1}^{n_j^p} \left(\sum_{r=1}^{m} \sum_{k=1}^{n_r^p} q_{ji}^{rk} x_{ji}^{rk} \right) x_{ji}. \tag{6}$$

Функциональный объем пилотного тестирования зависит от величины затрат, выделяемых на его проведение. Под затратами можно, в частности, понимать количество рабочих человеко-дней компетентных пользователей, которое руководство предприятия может позволить себе изъять из текущей основной деятельности. Пусть c^* - предельный объем допустимых затрат. Обозначим через $c_{ji}^{rk} = c(s_{ji}, s_{rk})$ затраты, требуемые для проверки связей между сервисами s_{ji} с s_{rk}. Общие затраты на проверку связей, подлежащих тестированию, будут

$$c = \sum_{j=1}^{m} \sum_{i=1}^{n_j^p} \left(\sum_{r=1}^{m} \sum_{k=1}^{n_r^p} c_{ji}^{rk} x_{ji}^{rk} \right) x_{ji}. \tag{7}$$

Положим также, что руководство каждого бизнес-процесса накладывает ограничения на общее количество n_j^* подлежащих тестированию сервисов бизнес-процесса и на количество $\bar{n}_j^*$ сервисов смежных бизнес-процессов, с которыми должны быть проверены связи тестируемых сервисов. Рассмотрим далее следующий вариант формализации рассматриваемой задачи:

$$q = \sum_{j=1}^{m} \sum_{i=1}^{n_j^p} \left(\sum_{r=1}^{m} \sum_{k=1}^{n_r^p} q_{ji}^{rk} x_{ji}^{rk} \right) x_{ji} = \sum_{j=1}^{m} \sum_{i=1}^{n_j^p} q_{ji} x_{ji} = \sum_{j=1}^{m} q_j \to \max, \tag{8}$$

$$c = \sum_{j=1}^{m} \sum_{i=1}^{n_j^p} \left(\sum_{r=1}^{m} \sum_{k=1}^{n_r^p} c_{ji}^{rk} x_{ji}^{rk} \right) x_{ji} = \sum_{j=1}^{m} \sum_{i=1}^{n_j^p} c_{ji} x_{ji} = \sum_{j=1}^{m} c_j \le c^*, \tag{9}$$

$$\sum_{i=1}^{n_j^p} x_{ji} \ge n_j^*, \; j = \overline{1,m}, \tag{10}$$

$$\sum_{r \ne j} \sum_{r=1}^{n_r^p} x_{ri} \ge \bar{n}_j^*, \; j = \overline{1,m}. \tag{11}$$

Задача состоит в нахождении таких $x_{ji}, j=\overline{1,m},\ i=\overline{1,n_j^p}$, и $x_{ji}^{rk}, j,r=\overline{1,m},\ i,k=\overline{1,n_j^p}$ (то есть такого подмножества ИТ-сервисов и таких подмножеств их связей), которые максимизируют количество q проверяемых связей между тестируемыми сервисами при заданных допустимых затратах c^* и ограничениях (10) и (11).

Схема решения задачи. Для решения задачи (8) – (11) применим метод сетевого программирования, который предполагает последовательное решение цепочки оценочных задач, формируемой на основе структурно подобного сетевого представления целевой функции и ограничений [7-8].

Тогда для задачи (8) – (11) цепочки оценочных задач можно реализовать в три этапа:

1. Последовательное решение для каждого сервиса каждого процесса задачи определения подлежащих проверке связей:

$$q_{ji} = \sum_{r=1}^{m}\sum_{k=1}^{n_r^p} q_{ji}^{rk} x_{ji}^{rk} \to \max \tag{12}$$

$$c_{ji} = \sum_{r=1}^{m}\sum_{k=1}^{n_r^p} c_{ji}^{rk} x_{ji}^{rk} \le c^*, j=\overline{1,m}, i=\overline{1,n_j^p}, \tag{13}$$

$$\sum_{i=1}^{n_j^p} x_{ji} \ge n_j^*, j=\overline{1,m}, \tag{14}$$

$$\sum_{r\ne j}\sum_{r=1}^{n_r^p} x_{ri} \ge \bar{n}_j^*, j=\overline{1,m}. \tag{15}$$

Структурно-подобное сетевое представление функций q_{ji} и c_{ji} дано на рисунке 2.

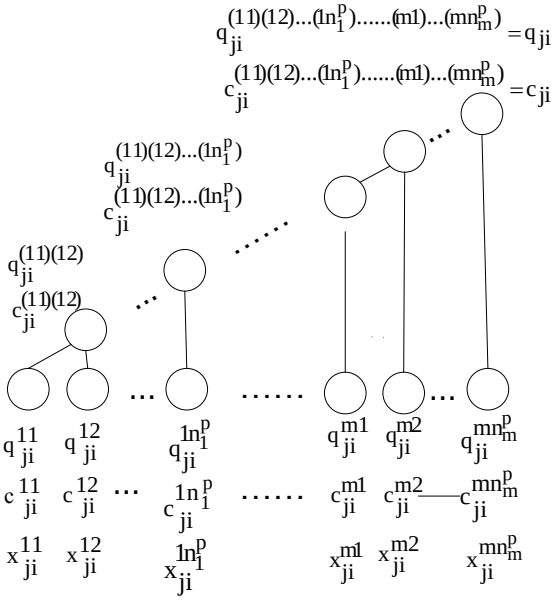

Рисунок 2 – Сетевое представление функций q_{ji} и c_{ji}

2. Последовательное решение m ($j=\overline{1,m}$) задач:

$$q_j = \sum_{i=1}^{n_j^p} q_{ji} x_{ji} \to \max \tag{16}$$

$$c_j = \sum_{i=1}^{n_j^p} c_{ji} x_{ji} \le c^*, j=\overline{1,m}, \tag{17}$$

$$\sum_{i=1}^{n_j^p} x_{ji} \geq n_j^*, \; j=\overline{1,m} \qquad (18)$$

$$\sum_{r \neq j} \sum_{r=1}^{n_r^p} x_{ri} \geq \overline{n}_j^*, \; j=\overline{1,m}. \qquad (19)$$

Структурно-подобное сетевое представление функций q_j и c_j дано на рисунке 3.

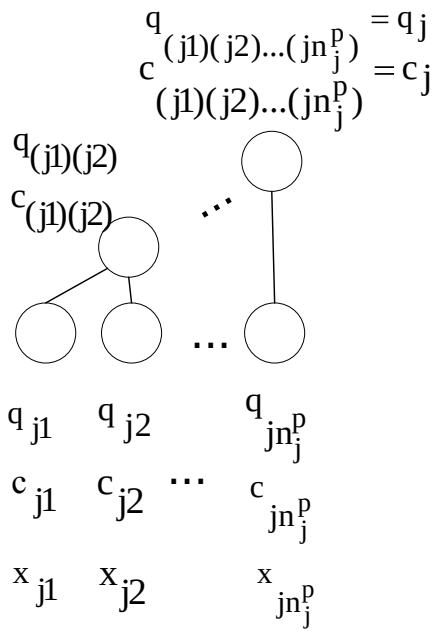

Рисунок 3 - Сетевое представление функций q_j и c_j

3. Последовательное решение (m-1) оценочной задачи для определения решения задачи:

$$q = \sum_{j=1}^{m} \sum_{i=1}^{n_j^p} q_{ji} x_{ji} \to \max \qquad (21)$$

$$c = \sum_{j=1}^{m} \sum_{i=1}^{n_j^p} c_{ji} x_{ji} \leq c^*. \qquad (22)$$

Структурно-подобное сетевое представление функций q и c дано на рисунке 4.

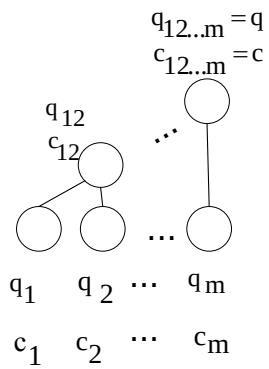

Рисунок 4 - Сетевое представление функций q и c

Полученное в соответствии с изложенной схемой решение является приближенным. Для нахождения глобального оптимума можно воспользоваться методом ветвей и границ, в

котором в качестве границ использовать значения q найденного приближенного решения [9-10].

Список литературы

1. 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.
2. Бурков, В.Н. Как управлять проектами: Научно-практическое издание. / В.Н. Бурков, Д.А. Новиков.- М.: СИНТЕГ – ГЕО. - 1997. - 188 с.
3. Phillips J.J. Bothell T.W. Snead G.L. The project management scorecards. - Amsterdam: Elseiver. 2003.
4. Валерий Зимин, Ирина Буркова, Алексей Зимин Модели и механизмы управления жизненным циклом ИТ-сервисов //LAP LAMBERT Academic Publisging RU, ISBN: 978-3-330-08393-6. -2017. -337с
5. Wysocky R.K.. Beck R.. Crane D.B. Effective project management. - N.Y. John Wiley & Sons. 2000.
6. Механизмы управления: учебное пособие / под редакцией Д.А. Новикова . -М.: ЛЕНАНД, 2011. – 192 с.
7. 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, изд. ИПУ, 2012. –с.40
8. Буркова, И.В. Метод сетевого программирования в задачах нелинейной оптимизации / И.В. Буркова // Автоматика и телемеханика.- 2009.- № 10.- С. 15-21.
9. Вагнер, Г. Основы исследования операций / Г.Вагнер.-М.:Мир,1972.-198с.
10. 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.

Системы автоматизации в образовании, науке и производстве: Труды XI Всероссийской научно-практической конференции / Сиб. гос. индустр. ун-т : под общ. редакцией С.М. Кулакова. Л.П. Мышляева. - Новокузнецк: Изд. центр СибГИУ. 2017. – с. 102-107.