

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<sup>3</sup> 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 «Сибмашстрой» (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

ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА ВЫПУСКА УГЛЯ ПОДКРОВЕЛЬНОЙ ТОЛЩИ КАК ОБЪЕКТЫ АВТОМАТИЗАЦИИ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ОЧИСТНЫМ КОМПЛЕКСОМ	241
Кизилов С.А., Николаев П.Н., Наквтенко М.С., Кузнецов Н.С.	
ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДА ФУРЬЕ КАК СРЕДСТВА ОТОБРАЖЕНИЯ ПРОЦЕССОВ КОЛЕБАНИЙ УПРУГИХ ВАЛОВ В СИСТЕМАХ УПРАВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОПРИВОДОВ ШТУ ГЛУБОКИХ ШАХТ	245
Борщанский М.Ю.	
РЕЦИКЛИНГ ТЕХНОГЕННЫХ ОБРАЗОВАНИЙ В ГОРНОДОБЫВАЮЩИХ РЕГИОНАХ	250
Проценко А.П., Пахомова Е.О.	
ЭФФЕКТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ОТРАБОТКИ МОЩНЫХ УГОЛЬНЫХ ПЛАСТОВ	256
Клишнев В.Н., Наквтенко С.М.	
МОДЕРНИЗАЦИЯ ПРОГРАММНОГО И ИНФОРМАЦИОННОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ВЕРХНЕГО УРОВНЯ АСУ ТП ОФ ООО СП «БАРЗАСКОЕ ТОВАРИЩЕСТВО»	259
Коровина Д.Е., Леонтьев И.А., Грачев В.В., Мелкозеров М.Ю., Шипунов М.В., Ляговец М.В.	
СИСТЕМА РЕГУЛИРОВАНИЯ ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКОГО СОСТАВА РУДЫ НА ВЫХОДЕ КОНУСНОЙ ДРОБИЛКИ	265
Чесноков Ю.Н., Лисвенко В.Г., Лаптева А.В.	
РЕАЛИЗАЦИЯ ТЕХНИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ ПО РОБОТИЗАЦИИ В ГОРНОДОБЫВАЮЩЕЙ ОТРАСЛИ	269
Малатов Ю.В.	
<b>СЕКЦИЯ 3 СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ И ИНФОРМАТИЗАЦИИ УЧЕБНОГО НАЗНАЧЕНИЯ</b>	275
СТРАТЕГИИ ОБУЧЕНИЯ НА ОСНОВЕ ПОВЫШЕНИЯ УРОВНЯ КОМПЕТЕНТНОСТИ ПЕРСОНАЛА	276
Баркалов С.А., Насонова Т.В., Калынина Н.Ю.	
WEB-СЕРВИС «ОТЧЕТ ПО НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЕ ПРЕПОДАВАТЕЛЯ»	279
Гурин И.А., Декун Н.Н., Лавров В.В., Спирин Н.А.	
МОДЕЛИ И МЕТОДЫ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО СОСТАВЛЕНИЯ УЧЕБНЫХ РАСПИСАНИЙ НА ОСНОВЕ КОМБИНАТОРНО-ЭВОЛЮЦИОННОГО ПОДХОДА	282
Азарнова Т.В., Кашарина Н.Л., Углев А.Л.	
МЕХАНИЗМ УПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЕМ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ ПЕРСОНАЛА ПОГРУЗОЧНО-ТРАНСПОРТНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ	287
Шашкина С.В., Приступа Ю.Д., Павлова Л.Д., Фрянов В.Н.	
О МЕХАНИЗМЕ ФОРМИРОВАНИЯ ПРОГРАММЫ ОБУЧЕНИЯ ПОЛЬЗОВАТЕЛЕЙ ERP-СИСТЕМЫ	293
Митьков В.В., Зинин В.В.	

## О МЕХАНИЗМЕ ФОРМИРОВАНИЯ ПРОГРАММЫ ОБУЧЕНИЯ ПОЛЬЗОВАТЕЛЕЙ ERP-СИСТЕМЫ

*В.В. Митьков, В.В. Зимин,*

*Сибирский государственный индустриальный университет  
Новокузнецк, Россия*

**Введение.** Одним из важных факторов (если не главным), определяющим длительность начальной (опытно-промышленной) эксплуатации ERP-системы, является качество подготовки пользователей к совместной работе в интегрированной (на уровне элементарных транзакций) системе управления. На рисунке 1 приведены два графика зависимости количества инцидентов, возникающих по вине пользователей на начальном периоде эксплуатации, от качества обучения пользователей (А – хорошее обучение, В - неудовлетворительное) [1].

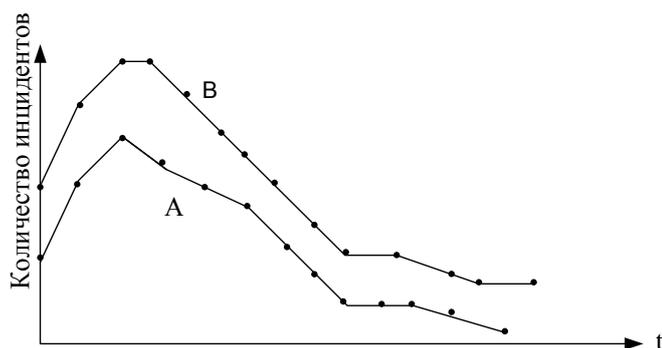


Рисунок 1 – Зависимость количества инцидентов на начальном периоде эксплуатации от качества обучения пользователей

Очевидно, что длительность начальной эксплуатации и соответствующие потери от инцидентов могут быть существенно уменьшены не только за счет качественного проектирования и тестирования ERP-системы [2-6], но в значительной мере за счет повышения уровня компетенций пользователей.

Пусть  $\{ \{ p_{ji} \mid i = \overline{1, n_j} \} \mid j = \overline{1, m} \}$  - множество программ обучения, реализуемых консалтинговой компанией, участвующей в создании ERP-системы. Здесь  $j$  – номер бизнес-процесса,  $i$  – номер программы обучения,  $p_{ji}$  -  $i$ -ая программа обучения для  $j$ -го бизнес-процесса,  $n_j$  - количество программ обучения для  $j$ -го процесса,  $m$  – количество бизнес-процессов. Обозначим через  $c_{ji} = c(p_{ji})$  стоимость обучения одного пользователя по программе  $p_{ji}$ , через  $q_{ji} = q(p_{ji})$  - «приращение» компетенции пользователя (которое будем оценивать в баллах) в результате обучения по программе  $p_{ji}$ , через  $k_{ji} = k(p_{ji})$  - количество пользователей, которых желательно обучить по программе  $p_{ji}$ . Положим также, что руководство каждого бизнес-процесса накладывает ограничение на минимальное количество

$k_j^* \leq \sum_{i=1}^{n_j} k_{ji}$  прошедших обучение пользователей, при котором оно может приступить к начальной эксплуатации. Обозначим через  $s^*$  предельный объем средств, который руководство предприятия может направить на обучение пользователей.

**Формализация задачи.** Введем переменную

$$x_{ji} = \begin{cases} 1, & \text{если } p_{ji} \text{ включена в программу обучения пользователей} \\ 0, & \text{в противном случае} \end{cases}$$

Рассмотрим следующую математическую модель рассматриваемой задачи:

$$\sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^{n_j} k_{ji} q_{ji} x_{ji} \rightarrow \max \quad (1)$$

$$\sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^{n_j} k_{ji} c_{ji} x_{ji} \leq c^* \quad (2)$$

$$\sum_{i=1}^{n_j} k_{ji} x_{ji} \geq k_j^*, \quad j = \overline{1, m}. \quad (3)$$

Решением задачи (1) – (3) является такая программа  $\{x_{ji} \mid i = \overline{1, n_j} \mid j = \overline{1, m}\}$  обучения пользователей, которая максимизирует суммарное «приращение» компетенций пользователей (соотношение (1)) при заданном ограничении  $c^*$  на предельный объем средств, выделенных на обучение (соотношение (2)), и которая удовлетворяет заданным руководством бизнес-процессов ограничениям на минимально необходимое количество пользователей, подлежащих обучению ( $m$  соотношений (3)).

**Схема решения задачи.** Для решения задачи (1) – (3) применим метод сетевого программирования, который предполагает последовательное решение цепочки оценочных задач, формируемой на основе структурно подобного сетевого представления целевой функции и ограничений [7-8]. Один из вариантов сетевого представления критерия и ограничений сводит решение задачи (1) – (3) к последовательностям задач, выполняемых на двух этапах.

1. Решение методом дихотомического программирования  $m$  задач формирования программ  $x_j = \{x_{ji} \mid i = \overline{1, n_j}\}, j = \overline{1, m}$ , обучения пользователей для каждого бизнес-процесса:

$$q_j = \sum_{i=1}^{n_j} k_{ji} q_{ji} x_{ji} \rightarrow \max \quad (4)$$

$$c_j = \sum_{i=1}^{n_j} k_{ji} c_{ji} x_{ji} \leq c^*, \quad (5)$$

$$k_j = \sum_{i=1}^{n_j} k_{ji} x_{ji} \geq k_j^* \quad (6)$$

Структурно-подобное сетевое представление функций  $q_j, c_j, k_j$ , используемое для определения последовательности оценочных подзадач для задач (4) – (6), дано на рисунке 2.

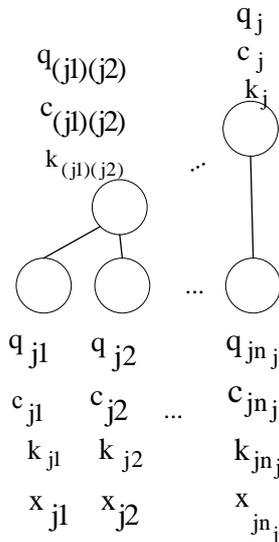


Рисунок 2 – Сетевое представление функций  $q_j, c_j, k_j$

2. Решение методом дихотомического программирования задачи:

$$q = \sum_{j=1}^m q_j x_j \rightarrow \max \quad (7)$$

$$c = \sum_{j=1}^m c_j x_j \leq c^* \quad (8)$$

Структурно-подобное сетевое представление функций  $q$  и  $c$  дано на рисунке 3.

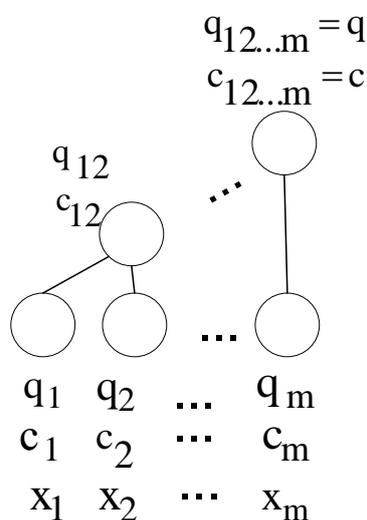


Рисунок 3 - Сетевое представление функций  $q$  и  $c$

Это представление сводит решение задачи (8) – (9) к последовательному решению ( $m-1$ ) задачи на основе  $m$  решений, полученных на этапе 1.

При необходимости решение, полученное в соответствии с изложенной схемой, которое в общем случае является приближенным, может быть улучшено посредством применения метода ветвей и границ [9-10].

На практике бывает целесообразно решить задачу, обратную к рассмотренной:

$$\sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^{n_j} k_{ji} c_{ji} x_{ji} \rightarrow \min \quad (9)$$

$$\sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^{n_j} k_{ji} q_{ji} x_{ji} \geq q^* \quad (10)$$

$$\sum_{i=1}^{n_j} k_{ji} x_{ji} \geq k_j^*, \quad j = \overline{1, m}. \quad (11)$$

В силу структурного подобия функций  $c$  и  $q$  она может быть решена по той же схеме, что и прямая задача.

#### 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: Кузбассвуиздат, 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: Elsevier. 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. 293-297.*