

ИЕРАРХИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ В ИССЛЕДОВАНИИ И ОПТИМИЗАЦИИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ОРГАНИЗАЦИОННЫХ ПОДРАЗДЕЛЕНИЙ ПРЕДПРИЯТИЙ

© 2014 г. С. Ю. Кузнецов, П. В. Терелянский

Волгоградский государственный технический университет

В статье рассматривается методика иерархического анализа в применении к исследованию функционирования технических служб производственного предприятия. Предварительно сформирована иерархия целей служб технической подготовки производства.

Предложена иерархическая модель главной функции организационного подразделения, реализующего планирование производственных мощностей предприятия. Значимость основных функций определяется по нескольким значимым критериям, с помощью матриц парных сравнений и иерархического синтеза.

Ключевые слова: иерархическая структура; подразделения технической подготовки; функциональные затраты; значимость функций; парные сравнения.

In the article authors present the method of hierarchical analysis as applied way to research the functioning of the technical services of the industrial enterprise. It's also pre-formed the hierarchy of objectives for the service of technical preparation of the production.

The hierarchical model of the organizational unit's basic functions, which unit's task is the planning of the enterprise's production facilities is presented. Significance of the main functions is determined by several important criteria, the matrix of pairwise comparisons and hierarchical synthesis are used.

Key words: hierarchical structure; technical preparation department; functions' costs; functions' values; criterions; pair comparisons.

Необходимость завоевания стратегических преимуществ на рынках продукции машиностроения не в последнюю очередь связана с осознанием приоритета служб научно-технической подготовки производства (НТПП) во внутрифирменной структуре. Именно их деятельность обуславливает должный уровень качества и конкурентоспособности предлагаемых рынку товаров и услуг промышленного назначения. В связи с этим важной задачей представляется оптимизация организации и управления работы служб НТПП предприятия на базе современных научных методологий.

Мощным инструментом для реализации тактических и стратегических преобра-

зований в организации является методология функционально-стоимостного анализа (ФСА). На ее основе можно оптимизировать различные направления и уровни деятельности организации; однако вопросы использования этого инструмента в сфере организации и управления являются недостаточно проработанными в настоящий момент. Целесообразность же применения этой методологии определяется, в частности, возможностью выделения в управленческой деятельности элементарных, повторяющихся функций, работ, операций; наличием соответствующей документации, нормативной базы [1].

Рассмотрим возможности использования элементов ФСА на примере службы техноло-

гической подготовки производства машиностроительного предприятия (это может быть отдел главного технолога, ОГТ, или бюро технологической подготовки производства, БТПП). Эти подразделения функционально занимают промежуточное положение между службой конструкторской разработки продукции и серийным производством.

Главной функцией этого подразделения является обеспечение технологической готовности предприятия к выпуску продукции заданного качества, в заданных объемах и определенной стоимости. Потребителем этой функции выступает подсистема основного производства; показателями качества выполнения служат следующие:

- объем и состав комплекта технологической документации;
- качество отработки документации;
- сроки предоставления документации;
- затраты на проведение работ по ТПП.

Другой главной функцией, являющейся внешней, выступает организация и управление процессами ТПП. Использование функционального подхода имеет целью оптимизацию деятельности ОГТ для повышения эффективности управления процессами технологической подготовки производства. Исходя из сущности предметной области, и требований, предъявляемых к данному подразделению на предприятии, можно построить дерево целей совершенствования организации и управления ТПП (см. рис. 1). При этом

учитывается положение об отделе главного технолога машиностроительного завода [2].

На основе изучения нормативных документов, которые регламентируют деятельность ОГТ, можно построить иерархию и взаимосвязи работ, с точки зрения целевой ориентации деятельности специалистов по организации и управлению технологической подготовки производства. Наиболее значимыми и развернутыми здесь являются следующие группы функций:

- разработка организационно-технических мероприятий;
- расчет производственных мощностей;
- разработка календарных план-графиков по ТПП.

В качестве примера для иллюстрации возможностей функционального подхода к анализу рассмотрим вторую из перечисленных функциональную группу. Ее иерархическая модель представлена на соответствующей схеме (рис. 2). В соответствии с ней, главная функция F_1 реализуется с помощью нескольких основных; при этом выходом процесса является управляющая информация. Каждая из основных функций, в свою очередь, подразумевает выполнение ряда более частных formalизованных работ.

Дальнейшая реализация функционально-стоимостного подхода требует построения совмещенной функционально-структурной модели объекта, т. е. установление соответствия между выполняемыми функциями и структур-

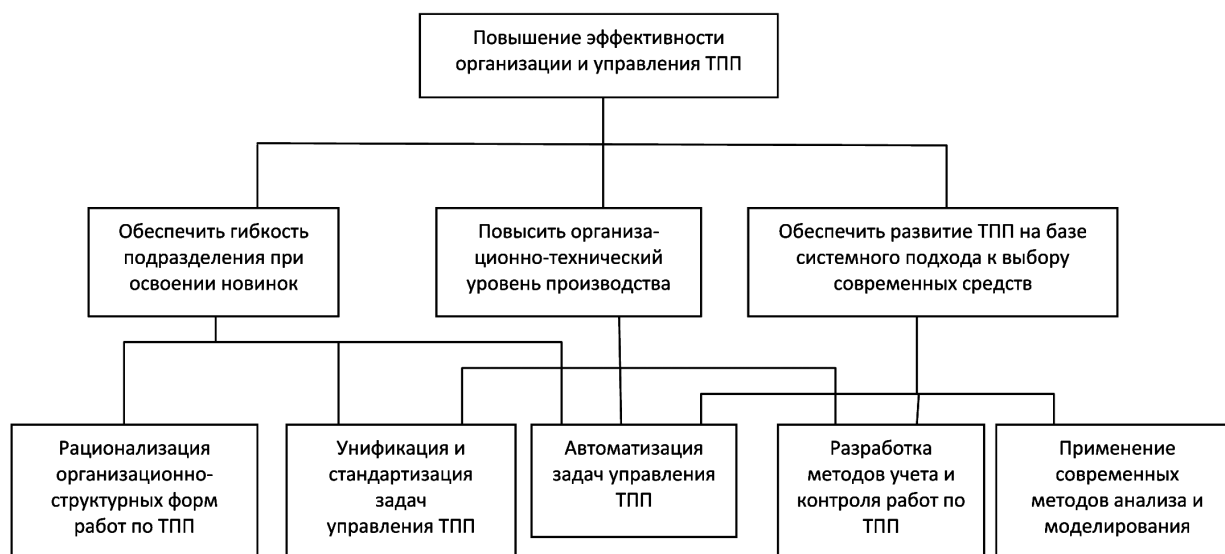


Рис. 1. Дерево целей совершенствования организации и управления ТПП

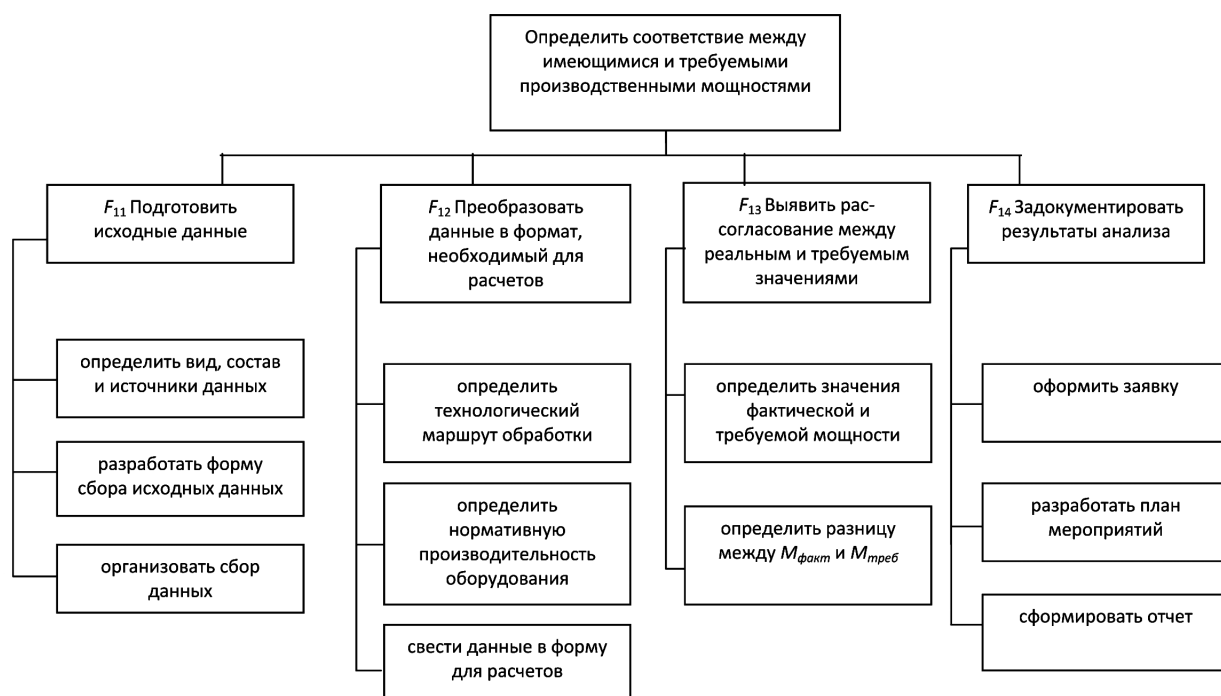


Рис. 2. Иерархическая модель главной функции объекта анализа

ными элементами, реализующими эти функции. Это позволит точно определить величину затрат, связанных с выполнением каждой функции, и, соответственно, имеющиеся диспропорции в организации процессов [3].

Рассматриваемая функция реализуется соответствующим функциональным подразделением — бюро мощностей, входящим в состав ОГТ; элементами, реализующими указанные выше функции, выступают работники этого подразделения, а также используемые ими средства вычислительной техники. Для проведения дальнейших расчетов приведем штатное расписание бюро мощностей.

Реализация рассматриваемых функций обеспечивается с использованием 3 автоматизированных рабочих мест на базе ЭВМ; их суммарная стоимость (с учетом установленного лицензионного программного обеспечения) составляет 68400 руб.

Заработная плата специалистов, очевидно, является главной составляющей затрат на реализацию рассматриваемых функций. Для точного определения стоимости выполнения каждой функции приведем матрицу распределения функциональных обязанностей между сотрудниками рассматриваемого подразделения. Это распределение характеризуется

Таблица 1

Штатное расписание бюро мощностей ОГТ

Должность	Численность, чел.	Месячный оклад, руб.	Сумма, руб.
1. Начальник бюро	1	18000	18000
2. Ведущий инженер	1	16500	16500
3. Инженер 1 категории	2	15000	30000
4. Техник-технолог	2	12000	24000
Итого	6	—	88500

Таблица 2

Матрица распределения функциональных работ между специалистами

№	Работник	Функция			
		Подготовить данные	Преобразовать данные	Определить рассогласование	Выдать результаты
1	Начальник бюро	10	20	—	50
2	Ведущий инженер	30	20	10	20
3	Инженер 1 категории	20	—	30	—
4	Инженер 1 категории	—	40	—	30
5	Техник-технолог	40	—	30	—
6	Техник-технолог	—	20	30	—
	Итого	100	100	100	100

долей времени (в процентах), затрачиваемого каждым специалистом на выполнение работ в рамках каждой функции:

Норма времени на j -ю работу для i -го объекта t_{ij} будет определяться как сумма постоянной части t_{cij} и переменной t_{vij} , которая определяется сложностью объекта управления.

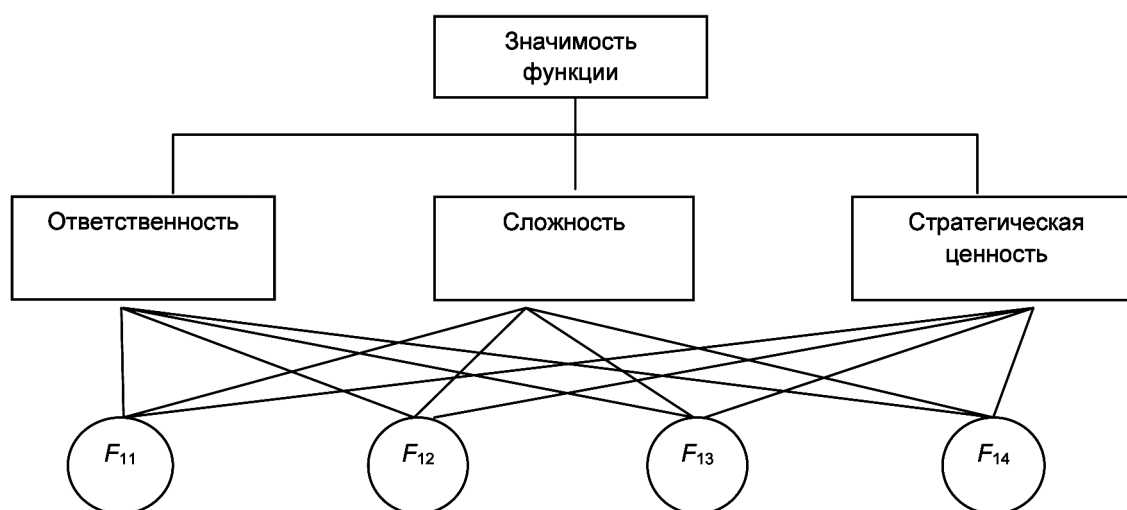
Для установления постоянной части t_{cij} затрат времени, определяемой спецификой сферы деятельности, следует предварительно классифицировать работы на рутинные, формализованные и творческие. Для этого применим функциональный подход.

На самом общем уровне можно выделить следующие функции, реализуемые в ходе проектной деятельности:

- ввод данных;
- преобразование данных в соответствующий формат;
- анализ исходного массива данных;
- поиск ранее сохраненных в системе решений;
- найти приемлемые аналоги;
- развить/трансформировать решение;
- скомпоновать возможные решения;
- выбрать оптимальное решение.

На практике реализация этих функций предполагает различный набор операций и инструментальных средств, в частности, программного обеспечения.

В ходе выполнения работ, реализующих базовые функции, повторяется ряд основных

**Рис. 3.** Иерархия для определения значимости функций объекта анализа

мыслительных приемов. Для проектной деятельности приемы формируют совокупность идентичных по природе блоков: «вход», «процесс», «выход», которые повторяются в ходе работы, но отличаются по объему и сложности переработки данных. При этом сложность зависит от частоты повторения элементарных операций в процессе выполнения.

Совокупность сведений о значимости операций и распределении их удельных весов в составе работ могут быть зафиксированы в специальной матрице. Затем сложность работ, и соответственно постоянная часть трудоемкости t_{cij} будет определяться соотношением комбинаций вариантов условий по блокам «вход», «процесс», «выход».

К окончательному распределению затрат на выполнение функций вернемся позже; сейчас обратимся к сущности основных функций, и определим их значимости относительно главной функции.

Для более точного решения этого задачи используем иерархический подход к определению значимости как комплексного критерия, расшифровываемой через ряд частных. Формирование набора этих частных критериев — неформализуемая творческая процедура, выполняемая экспертом в данной предметной области, исходя из особенностей конкретной задачи. В данном случае нами предлагается использовать три частных характеристики функций:

- K_1 — ответственность;
- K_2 — сложность;
- K_3 — стратегическая ценность результатов.

Отобразим соответствующую иерархию для более наглядного представления задачи.

В соответствии с методологией анализа иерархических систем необходимо провести попарное сравнение альтернатив — в данном случае основных функций — относительно каждого из сформулированных частных критериев. Сравнение проводится в матрицах с помощью общепринятой девятизначной шкалы, в соответствии с которой 1 означает равнозначность сравниваемых альтернатив, а 9 — максимальную степень предпочтения одной альтернативы над другой (соответственно используются и дробные значения, меньше единицы, для обозначения обратной зависимости между альтернативами) [4].

Таблица 3

Матрицы парных сравнений (МПС)

K_1	F_{11}	F_{12}	F_{13}	F_{14}	W_1
F_{11}	—	3	3	1	0,381
F_{12}	1/3	—	1/3	1/2	0,103
F_{13}	1/3	3	—	1/2	0,23
F_{14}	1	2	2	—	0,286

K_2	F_{11}	F_{12}	F_{13}	F_{14}	W_2
F_{11}	—	1/7	1/5	1	0,075
F_{12}	7	—	3	5	0,514
F_{13}	5	1/3	—	1/4	0,211
F_{14}	1	1/5	4	—	0,199

K_3	F_{11}	F_{12}	F_{13}	F_{14}	W_3
F_{11}	—	1/3	1/5	1/7	0,054
F_{12}	3	—	4	1/4	0,265
F_{13}	5	1/4	—	1/5	0,207
F_{14}	7	4	5	—	0,546

Приведем матрицы парных сравнений (МПС), заполненные экспертными оценками, с рассчитанными значениями собственных векторов, определяющих ранжирование альтернатив-функций по каждому из частных критериев (табл. 3).

Далее необходимо провести свертку, или иерархический синтез полученных выше векторов приоритетов альтернатив, с учетом разной весомости выделенных частных критериев в составе общего критерия «значимость функции». Для этого следует умножить матрицу, составленную из собственных векторов МПС, на вектор весов частных критериев, что в общем виде можно представить следующим образом [5; 6]:

$$\begin{pmatrix} h_1 \\ h_2 \\ \dots \\ h_m \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} w_{11} & w_{21} & \dots & w_{1n} \\ w_{21} & w_{22} & \dots & w_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ w_{m1} & w_{m2} & \dots & w_{mn} \end{pmatrix} \times \begin{pmatrix} a_1 \\ a_2 \\ \dots \\ a_n \end{pmatrix},$$

где h_i — интегральная оценка i -ой альтернативы, $i = 1, \dots, m$; w_{ij} — оценка i -ой альтерна-

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1										
2										
3		0,381	0,075	0,054		0,3			0,16	
4		0,103	0,514	0,265		0,4			0,32	
5		0,23	0,211	0,207		0,3			0,22	
6		0,286	0,199	0,546					0,33	
7										
8										
9										

Рис. 4. Экранная форма расчета в MS Excel

тивы по j -му критерию; $j = 1, \dots, n$; a_j — вес j -го частного критерия относительно общего критерия оценки (вектор весов является нормированным, т. е. $\sum a_j = 1$).

Экспертно оценим веса частных критериев значимости функций следующим образом: $a_1 = 0,3$; $a_2 = 0,4$; $a_3 = 0,3$. Произведем расчет ранжированного вектора интегральных оценок значимости альтернатив в системе MS Excel, с использованием встроенной функции перемножения матриц (см. рис. 4).

Таким образом, значение вектора интегральных оценок составляет:

$$H = (0,16; 0,32; 0,22; 0,33).$$

Эти значения выявляют преобладающую значимость второй и четвертой основных функций в составе главной функции анализируемого объекта.

Далее мы должны вернуться к затратам на реализацию рассматриваемых функций; сопоставление значений этих затрат и значимостей функций выявит имеющиеся диспропорции в организации работы бюро мощностей, и позволит в дальнейшем сформулировать мероприятия по ее оптимизации.

В процессе определения трудовых затрат возможен расчет долевого участия сотрудников в выполнении функций, и соответствующие затраты по функциям:

$$C_{Fj} = \sum_{i=1}^n C_{Fj}^i;$$

$$C_{Fj}^i = \alpha_{ij} \cdot L_i,$$

где C_{Fj}^i — затраты по j -ой функции i -го сотрудника; α_{ij} — доля участия i -го сотрудника в выполнении j -ой функции; L_i — среднемесячный оклад i -го сотрудника.

Таблица 4

Расчет затрат на реализацию основных функций, руб.

Функция	Элементы затрат			
	Заработная плата	Начисления на зарплату	Амортизация АРМ	Суммарные затраты
Подготовить данные	20600	5768	220	26588
Преобразовать данные	26700	7476	460	34636
Определить рассогласование	18500	5180	330	24010
Выдать результаты	22700	6356	270	29326
Итого	88500	24780	1280	114560

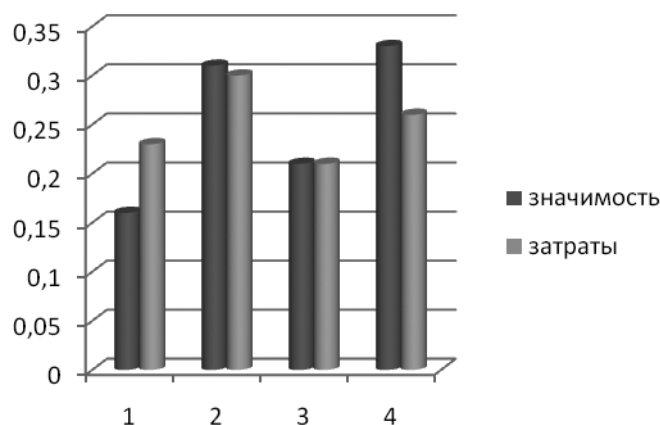


Рис. 5. Диаграмма «Значимость — затраты»

Представим среднемесячные затраты на функции в табл. 4.

После этого следует рассчитать значения удельных относительных функциональных затрат и построить диаграмму «значимость — затраты», которая наглядно отобразит полученные результаты:

$$z_i = Z_i / h_i$$

где z_i — удельные относительные затраты на 1 балл значимости i -ой функции; Z_i — относительные суммарные затраты по i -ой функции, в долях от общей суммы затрат.

Подставляя полученные ранее значения, имеем следующие значения: $z_1 = 1,46$; $z_2 = 0,96$; $z_3 = 0,98$; $z_4 = 0,78$.

Наглядное отображение полученных результатов представлено на рис. 5.

Очевидно рассогласование в соотношении затрат и значимости по первой и четвертой функциям. Для решения этой проблемы следует оптимизировать процессы выполнения соответствующих работ, перераспределить обязанности между работниками, унифицировать используемую документацию.

Литература

1. Модели и программные средства поддержки процедур функционально-стоимостного анализа промышленной продукции: Монография. / А. В. Андрейчиков, С. Ю. Кузнецов, Д. Е. Декатов. — Волгоград: ВолгГТУ, 2005.
2. Моисеева Н. К., Карпунин М. Г. Основы теории и практики функционально-стоимостного анализа. — М.: Высшая школа, 1988.
3. Кузнецов С. Ю. Формирование экспертных групп реализации процедур ФСА. / С. Ю. Кузнецов, П. В. Терелянский. // Известия ВолгГТУ. Серия «Актуальные проблемы реформирования российской экономики (теория, практика, перспектива)»: межвуз. сб. науч. ст. — 2007. — Вып. 7. — С. 142–145.
4. Терелянский П. В. Формализация процедур анализа и оценки инновационных решений на основе математических методов. / П. В. Терелянский, Д. Е. Декатов. // Аудит и финансовый анализ. — 2009. — №3. — С. 128–138.

Поступила в редакцию

15 октября 2013 г.



Сергей Юрьевич Кузнецов — кандидат экономических наук, доцент кафедры «Информационные системы в экономике» Волгоградского государственного технического университета.

Sergey Yurievich Kuznetsov — Ph.D., Candidate of Economics, docent at the «Information Systems in the Economy» department of the Volgograd State Technical University.

400050, г. Волгоград, ул. Рокоссовского, д. 50, к. 152
50 Rokossovskogo st., app. 152, 400050, Volgograd, Russia
Тел.: +7 (8442) 24-84-79; e-mail: floyd_80@mail.ru



Павел Васильевич Терелянский — доктор экономических наук, профессор, заведующий кафедрой «Информационные системы в экономике» Волгоградского государственного технического университета.

Pavel Vasilyevich Terelianskiy — Ph.D., Doctor of Economics, Professor, head of the «Information Systems in the Economy» department of the Volgograd State Technical University.

404132, Волгоградская обл., г. Волжский, ул. Оломоуцкая, д. 42, кв. 228
42 Olomoutsкая st., app. 228, 404132, Volzhskiy, Volgograd reg., Russia
Тел.: +7 (8442) 24-84-79; e-mail: tereliansky@mail.ru

14 мая 2014 года пройдет

**II Всероссийская Интернет-конференция с международным участием
«Современные системы искусственного интеллекта и их приложения в науке»**

На конференции будут рассматриваться следующие темы:

- 1) Системы машинного обучения;
- 2) Интеллектуальный анализ научных данных в биологии, физике, химии и медицине;
- 3) Экспертные системы в естественных науках;
- 4) Анализ естественного языка;
- 5) Нечеткая логика и рассуждения;
- 6) Интеллектуальные агенты;
- 7) Интеллектуальные системы принятия решений.

Организатор конференции — сервис Pax Grid.

Более подробную информацию можно найти на сайте конференции:

<http://www.paxgrid.ru/conference/index.php?c=ai2014>
