

2. Anfalov K.V., Volovach V.I. Sravnitelnyy analiz effektivnosti kodirovaniya v telekommunikacionnykh sistemakh. [Comparative analysis of the efficiency coding in telecommunication systems with ARQ]. *Privolzhskiy nauchnyy vestnik*, 2014, no. 4, pp. 46-51.
3. Anfalov K.V., Volovach V.I. K voprosu vibora signalov i metodov obrabotki ih pri peredache razovykh soobshcheniy [Question of selection signals and processing methods of transmission of single messages]. *Materialy 14 Mezhdunarodnoi nauchno-tekhnicheskoi konferentsii «Problemy tekhniki i tekhnologii telekommunikatsii 2013»*. Samara, 2013, pp. 4-7.
4. Volovach V.I., Rogozin A.E., Vliyanie slugebnoy informatsii na pomohoustoichevost zanytiy telekommunikacionnykh kanalov [Influence of official information on the immunity involved telecommunication links]. *Pechatnaya Shkola universitetskoy nauki: paradigma razvitiya*, 2011, no. 3, pp. 34-38.
5. Volovach V.I., Rogozin A.E., Analiz pomohoustoichevosti sistem peredachi rechevogo signala pri nalozhenii signalov slugebnoy informatsii [Analysis of noise immunity transmission systems of the speech signal at imposing overhead signals]. *Materialy 6 Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii «Nauka – promyshlennosti i servisu», Ch. 2. Togliatti*, 2012, pp. 270–275.
6. Anfalov K.V., Volovach V.I. Sravnitelnyy analiz pomohoustoichevogo kodirovaniya v telekommunikacionnykh sistemakh s obratnoi svyaziy [Comparative Analysis of Coding Effectiveness in Telecommunication Systems with ARQ]. *11th East-West Design & Test Symposium (EWDTS 2013)*. Rostov-on-Don, 2013. 320 p.
7. Artushenko V.M. Analiz vozmozhnostey peredachi sluzhebnoy informatsii po zanyatym kanalakh [Analysis of possibilities for transmitting overhead information on occupied channels]. *Sbornik trudov. Informacionno-tehnologicheskij fakul'tet*, Korolev, FTA, 2012, pp. 138-153.

Received 02.02.2015

ТЕХНОЛОГИИ КОМПЬЮТЕРНЫХ СИСТЕМ И СЕТЕЙ

УДК 621.391

ИЕРАРХИЧЕСКАЯ СИСТЕМА КРИТЕРИЕВ КАЧЕСТВА ОКАЗАНИЯ УСЛУГ СЕТИ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ

Костин А.А.¹, Шапошников Д.Е.²

¹Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций
им. проф. М.А.Бонч-Бруевича, Санкт-Петербург, РФ

²Нижегородский государственный университет им. Н. И. Лобачевского, Нижний Новгород, РФ
E-mail: kostin@sut.ru

Рассматривается методология иерархической многокритериальной оценки вариантов развития и функционирования сетей передачи данных (СПД). Рассмотрены система целей и частных критериев при решении задач выбора рациональных вариантов топологии и параметров сети передачи данных при анализе, проектировании, создании и модификации. На основе принципов функционирования сетей передачи данных построена трехуровневая иерархическая система показателей и числовых критериев функционирования и качества оказания услуг в сетях передачи данных. Данная иерархическая система позволяет учесть различные подходы (определяемые различными субъектами принятия решений) к формированию целей функционирования и развития сетевой инфраструктуры и ориентируется на создание интерактивных инструментариев в автоматизированных системах проектирования, настройки и поддержки работы телекоммуникационных сетей в течение их жизненного цикла.

Ключевые слова: сети передачи данных, моделирование сетей передачи данных, планирование сетей передачи данных, многокритериальная оптимизация.

Введение

Современные условия деятельности операторов связи определяют необходимость повышенного внимания к качеству оказания услуг, оказываемых на основе сетей передачи данных (СПД). Это определяется прежде всего ростом техниче-

ских возможностей технологического оборудования связи (скорости передачи и обработки, объемами внутренней памяти и т.д.) с одной стороны, и большой, и все нарастающей конкуренцией, с другой стороны. В литературе и средствах массовой информации неоднократно отмечалось, что в настоящее время все менее актуален вопрос

абонентов о наличии технической возможности и все более актуален вопрос о качестве будущего оказания услуг [1] после подключения и подписания договора с провайдером.

В связи с этим актуальным становится вопрос анализа показателей качества оказания услуг в сочетании с показателями качества, обеспечиваемыми техническими средствами СПД с целью формирования обобщенной оценки как критерия при решении различных задач оценки, планирования и модификации сети.

Задачи оценки и принятия решений при модификации сети

Существует две задачи, требующие объединения различных показателей функционирования СПД: задача оценки и задача проектирования. Данные обобщенные критерии могут использоваться и используются при решении следующих задач.

1. Задача оценки. В связи с иерархической структурой сетей операторов связи руководству на верхнем уровне управления бизнесом требуется получить обобщенную оценку качества оказания услуг географическими и/или функциональными подразделениями для подведения итогов и (или) принятия мер по повышению качества функционирования всей компании. Данный подход позволяет это сделать.

2. Задача оценки эффективности варианта принятия решений при модификации структуры сети.

Данные задачи предполагают использование обобщенных критериев осуществляется при решении задачи оптимальной (рациональной) модификации структуры сети [2-3].

Качество оказания услуг СПД и уровни иерархии оценивания

Как известно, качество продукции – это критическая оценка потребителем степени соответствия ее свойств, показателей качества, индивидуальным и общественным ожиданиям, обязательным нормам в соответствии с ее назначением [4-5]. Данное определение имеет широкий смысл и относится как к оказываемым услугам, так и к различным разновидностям продуктов деятельности.

Главной задачей операторов связи в современных условиях является поиск компромисса между уровнями качества и финансовыми средствами, необходимыми для их достижения. Таким образом, основной задачей математического моделирования является поиск оптимально-компро-

миссного рационального решения в двухцелевой модели «затраты-качество».



Рис. 1. Связь подсистем управления и показателей качества

Для построения данной модели необходимо проанализировать и формализовать понятие качества оказываемых телекоммуникационных услуг у современных провайдеров. Связь подсистем управления и показателей качества функционирования, представленную на рис. 1, необходимо интерпретировать как последовательность анализа для построения обобщенной оценки данной конфигурации СПД и услуг.

Рассмотрим построение интегральной оценки качества телекоммуникационных услуг с точки зрения руководства компании-провайдера. Данная точка зрения сочетает в себе точки зрения технических и коммерческих служб и проводится, в частности, для определения лучших и отстающих подразделений, функциональных служб и т.д.

Для построения интегрального показателя (показателей) функционирования СПД может быть предложена иерархическая схема целей и частных критериев, разделяющая цели и критерии на три уровня: стабильность работы, производительность, качество услуг. Приоритеты в задачах мониторинга и оценки работы СПД представлены в следующем порядке.

1. Критерии надежности и стабильности работы, которые отражают точку зрения технических и обеспечивающих служб и подразумевают надежность и безаварийность, то есть функционирование самой сети и составляющих ее элементов в

режиме (режимах), предусмотренном (предусмотренными) техническим проектом.

2. Критерии производительности – также отражающие точку зрения технических обеспечивающих служб, но являющиеся менее критическими: то есть физические и логические элементы сети обеспечивают в данном случае необходимый уровень технических характеристик производительности (скорости передачи данных, вероятности блокировок, время реакции на события и т.д.).

3. Критерии качества услуг, которые отражают взгляд и цели руководства телекоммуникационного оператора: отвечает ли качество сервиса заданным требованиям с точки зрения конечного пользователя.

С точки зрения систем управления телекоммуникационными сетями, за каждый уровень оценки качества отвечают следующие функциональные службы, стоящие в иерархической последовательности уровней:

- уровень 1 – надежность и стабильность работы (Work stability) – службы мониторинга и сетевого управления (Resource Monitoring & Trouble / Alarm Management);
- уровень 2 – производительность (Performance) – службы управления производительностью (Performance Management);
- уровень 3 – качество услуг (Quality of Service) – службы управления качеством оказания услуг (Service Quality Management).

Рассматриваемую иерархию в графическом виде демонстрирует рис. 2.

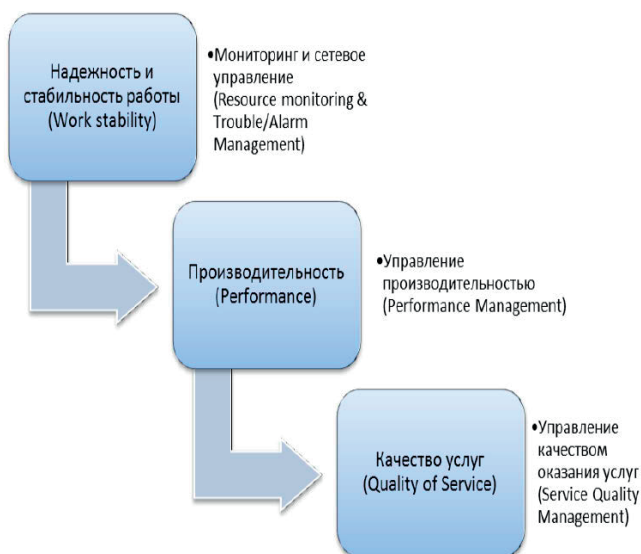


Рис. 2. Иерархическая последовательность уровней управления СПД

Каждый уровень содержит ряд показателей качества (индикаторов), значения которых характеризуют общее качество функционирования. Данная иерархия означает, что показатели верхнего уровня являются более приоритетными по сравнению с показателями нижних уровней. Приоритеты реализуются следующим образом:

- если значения показателей (индикаторов) не удовлетворяют заданным пороговым значениям (являются «недопустимыми» с точки зрения организационного управления), то рассмотрение показателей других уровней бессмысленно;
- если значения показателей (индикаторов) удовлетворяют пороговым значениям, то формируется итоговая оценка функционирования на данном уровне и переходим к рассмотрению следующего уровня иерархии показателей; при этом показатели (индикаторы) верхнего уровня (как итоговые, так и детальные) участвуют в итоговой оценке на последующих уровнях.

Критериальные функции уровней качества оказания услуг (SLA-критерии)

Под вектором x будем подразумевать допустимый вариант конфигурации СПД, который рассматривается с точки зрения сравнительного анализа его качества (относительной предпочтительности). Область допустимых значений вектора x обозначим через D_x . В частном случае, x может представлять собой скаляр – номер варианта, а все множество допустимых значений – множество номеров.

Будем считать, что существует n характеристик (индикаторов) функционирования СПД r_j , $j = 1; 2 \dots n$, на основании которых должна быть построена интегральная характеристика функционирования сети.

Известно, что перед построением интегральной характеристики в виде обобщенного критерия характеристики качества должны быть преобразованы в частные критерии, что означает приведение их к единому типу направления (минимизации или максимизации) и к безразмерному виду и единому интервалу изменения [6].

Для данного преобразования рассмотрим вариант критериальных функций, при котором оценки качества функционирования сети (на каждом уровне) принимают следующие значения для случая направления максимизации предпочтений:

$q_j(x) = 0$, если j -ый показатель не удовлетворяет минимальным требованиям (по работоспособности, производительности или качеству

услуг) и его значение является критически важным с точки зрения дальнейшего рассмотрения целесообразности данной конфигурации и/или варианта сети;

$q_j(x) = 1$, если j -ый показатель не удовлетворяет минимальным требованиям (по работоспособности, производительности или качеству услуг), но не является критически важным при формировании обобщенной оценки качества сети передачи данных;

$q_j(x) = [1, 2]$, если j -ый показатель выше по качеству минимально допустимых требований.

Что касается верхнего уровня показателя, то можно принять, что $q_j(x) = 2$ при $x \geq x'$, где x' является показателем, выше которого абонент не рассчитывает повышение услуги (например, связывая это с непомерно высокой для него ценой за данный уровень при отсутствии необходимости в данном уровне) или уровень услуги является достаточно высоким и дальнейшее его повышение безразлично для абонента.

Таким образом, в случае оценки параметра j как критического, можно записать:

$$q_j(x) = \begin{cases} 0, & x < x_0, \\ [1; 2] & x_0 \leq x \leq x', \\ 2 & x > x'. \end{cases} \quad (1)$$

В случае оценки параметра j как некритического, имеем:

$$q_j(x) = \begin{cases} 1, & x < x_0, \\ [1; 2] & x_0 \leq x \leq x', \\ 2 & x > x'. \end{cases} \quad (2)$$

Данный подход соответствует идеологии соглашения о минимальном уровне качества оказания услуг (SLA): если технический показатель не достигает порогового значения, то его значение в процессе принятия решения нулевое. Если технический показатель достигает порогового значения, то его вклад в итоговое решение становится ненулевым и растет до достижения желательного значения.

Интересны свойства таких критериальных функций с точки зрения анализа эффективности. Известно [7], что такие функции, в случае монотонного неубывания на интервале от минимального до желаемого (превосходного) уровня, являются одновременно псевдовыпуклыми и псевдогогнутыми. Это определяет множество их полезных свойств, в частности в области эффективных решений [7].

Иерархические обобщенные критерии оптимальности

Рассмотрим задачу учета качественной информации об иерархических уровнях оценки вариантов проектирования СПД как задачу учета качественной информации об относительной предпочтительности частных критериев при формировании обобщенной оценки. Качественной информацией назовем информацию, которая формулируется лицом, принимающим решение (ЛПР), в виде качественных соотношений (объект i предпочтительнее объекта j), но не содержащих точных численных оценок.

В данном случае ЛПР осуществляет ввод двух типов информации: разделение частных критериев на уровни и формулирование бинарного отношения предпочтения (множества упорядоченных пар) на всем множестве частных критериев в зависимости от разделения критериев на уровни или вне зависимости от этого.

Обозначим через t уровень иерархии критериев при анализе, $t = 1; 2 \dots T$. В нашем случае $T = 3$, следовательно, $t \in \{1; 2; 3\}$.

Обозначим через I_t множество частных критериев t -го уровня:

$$\begin{cases} \bigcup_{t=1}^T I_t = \{1, 2, \dots, n\}; \\ I_t \cap I_s = \emptyset, t, s \in \{1, 2, \dots, n\}; \\ I_t \neq I_s. \end{cases} \quad (3)$$

Можно рассмотреть два основных случая формулирования качественной информации о предпочтениях со стороны ЛПР.

1. ЛПР разделил частные критерии на три уровня и считает, что критерии верхних уровней более предпочтительны, чем критерии нижележащих уровней. При этом внутри уровней сформулировано частичное бинарное отношение предпочтительности [3]. Также необходимо учесть наличие критических и некритических показателей (также сформулированных ЛПР) как соотношения (1)-(2), но «критичность» учитывается внутри иерархического уровня. Предложенной многоуровневой иерархии показателей качества наибольшим образом соответствует комбинированный обобщенный критерий:

$$f_c(w, q(x)) = S(I_T); \quad (4)$$

$$S(I_0) = 0;$$

$$S(I_t) = \left(\prod_{j \in I_t} q_j^{w_j}(x) \right); \quad (5)$$

$$\left(\sum_{i \in I_t} w_i q_i(x) + S(I_{t-1}) \right), t = 1; 2 \dots T. \quad (6)$$

Пример:

$$F(w, q(x)) = q_1^{w_1} q_2^{w_2} (w_3 q_3 + w_4 q_4 +$$

$$+ q_5^{w_5} q_6^{w_6} (w_7 q_7 +$$

$$+ q_8^{w_8} q_9^{w_9} (w_{10} q_{10} + w_{11} q_{11}))). \quad (7)$$

В данном примере шесть показателей (индикаторов) являются критическими для $j = \{1; 2; 5; 6; 8; 9\}$, а пять показателей (индикаторов) – некритическими для $j = \{3; 4; 7; 10; 11\}$.

Отметим два важных свойства комбинированного обобщенного критерия вида (4)-(5). Во-первых, свойство «критичности» частного критерия оптимальности заложено в самом критерии и не требует наличия сложной функции SLA (1)-(2). Во-вторых, очевидно, что аддитивный и мультипликативный обобщенные критерии являются частным случаем данного обобщенного критерия оптимальности [6].

2. ЛПР считает, что нулевое значение должно «обнулить» значение итогового показателя при хотя бы одном нулевом значении критического показателя независимо от уровня, на котором данный показатель находится. При ситуации, когда все «критические» показатели ненулевые, требуется использовать информацию об относительной важности. Данную задачу решает обобщенный логический критерий (критерий Гермейера), позволяющий, при решении задачи на максимум, «обнулить» значение итогового показателя при хотя бы одном нулевом значении критического показателя:

$$F_{\min}(w, q(x)) = \min_{1 \leq i \leq n} (w_i q_i(x)). \quad (8)$$

Учет относительной важности частных критериев в зависимости от слоя иерархии

В приведенных выше соотношениях участвуют весовые коэффициенты важности частных критериев:

$$w = (w_1, \dots, w_n) \in D_w,$$

где

$$D_w = \left\{ w \in R^n \mid w_j \geq 0, j = 1, \dots, n; \sum_{i=1}^n w_i = 1 \right\}. \quad (9)$$

Весовые коэффициенты соответствуют относительной важности частных критериев и отражают основной принцип аксиоматической теории важности [5]: если известна дополнительная информация вида « i -ый частный критерий не менее важен, чем j -ый частный критерий» ($Q_i \succeq Q_j$), то для весовых коэффициентов w_i и w_j справедливо соотношение $w_i \geq w_j$:

$$Q_i \succeq Q_j \Leftrightarrow w_i \geq w_j. \quad (10)$$

Наличие иерархии критериев может приводить к различным методикам учета уровней такой иерархии (3) при формировании набора весовых коэффициентов важности.

1. Применение обобщенного критерия оптимальности (4)-(5) позволяет отдельно и независимо сформулировать предпочтения и соответствующие значения весовых коэффициентов важности для каждого слоя иерархии $t = 1; 2 \dots T$, рассматривая только соответствующее подмножество I_t .

2. Применение обобщенного критерия (8) не предполагает учет уровней иерархии в самом обобщенном критерии, поэтому их учет должен быть осуществлен при формировании информации о предпочтительности критериев и последующего вычисления весовых коэффициентов важности. При этом, учитывая свойство «критичности» частных критериев, применяется свойство меньшей предпочтительности верхних уровней.

Если показатель является «критичным», то его нулевое значение приводит к нулевому значению всего обобщенного критерия и, следовательно, к минимальной оценке всего варианта. Но если значение «критичного» обобщенного показателя превысило порог и стало ненулевым, то предпочтительность показателей верхних уровней в большинстве случаев будет значительно меньше предпочтительности показателей нижних уровней. Например, при преодолении порога нормативного значения надежности собственное значение этого показателя не столь важно по сравнению с показателями нижележащего уровня, например качества обслуживания абонента в службе поддержки.

Способы назначения весовых коэффициентов широко описаны в литературе. Среди них можно отметить следующие [6]:

- упорядочение критериев по важности;
- определение отношений весовых коэффициентов, при этом ЛПР задает отношение w_i/w_j в числовом виде;
- построение таблиц на основе попарного сравнения критериев по важности;
- метод определения весов при помощи совокупности последовательных сравнений (метод Черчмена-Акоффа);
- методы, использующие информацию о качестве оптимальных значений частных критериев;
- теоретико-игровые методы назначения весовых коэффициентов и другие.

Во всех вышеперечисленных методах определения численных значений весовых коэффициентов от ЛПР требуется либо дать точные численные оценки, либо сравнить по важности все частные критерии между собой, причем в последнем случае различные методы дадут различные значения коэффициентов при одних и тех же предпочтениях на множестве критериев. Наиболее полный обзор методов приведен в [8]. В [6] предложен способ вычисления значений весовых коэффициентов важности на основе качественной информации о предпочтениях на множестве частных критериев.

Заключение

Предложенная иерархическая система критериев для оценки конфигурации сети передачи отражает как цели и интересы различных уровней организационного и технического управления, так и важность между слоями и внутри иерархических слоев. Данный подход позволяет учесть различные интересы (определяемые различными субъектами оценки, включая конечных пользователей) и сформировать итоговую оценку, ориентированную на общесистемное развитие СПД.

Костин Александр Алексеевич, д.т.н., профессор, начальник Испытательной лаборатории оборудования сетей связи Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича. Тел. (8-812) 571-41-70. E-mail: kostin@sut.ru

Шапошников Дмитрий Евгеньевич, к.ф.-м.н., доцент Кафедры программной инженерии Нижегородского государственного университета им. Н.И. Лобачевского. Тел. (8-31) 410-07-46. E-mail: shaposhnikov@unn.ru

QUALITY OF SERVICE CRITERION HIERARCHICAL SYSTEM FOR DATA TRANSMISSION NETWORK

Kostin A.A.¹, Shaposhnikov D.E.²

¹*The Bonch-Bruевич Saint-Petersburg State University of Telecommunications, Saint-Petersburg, Russian Federation*

²*Lobachevsky State University of Nizhny Novgorod, Nizhny Novgorod, Russian Federation*

E-mail: kostin@sut.ru

Описанная методика ориентируется на создание интерактивных инструментариев в автоматизированных системах проектирования, настройки и поддержки работы телекоммуникационных сетей в течение их жизненного цикла.

Литература

1. Костин А.А., Шустров А.К. Телекоммуникационная услуга как объект управления // Информатизация и связь. №7, 2012. – С. 34-41.
2. Лазарев Е.А., Мисевич П.В., Шапошников Д.Е. Генетические алгоритмы оптимизации сети передачи данных // Системы управления и информационные технологии. № 4 (46), 2011. – С. 59–63.
3. Лазарев Е.А., Мисевич П.В., Шапошников Д.Е. Метод ветвей и границ для оптимизации структуры сети передачи данных // Известия ВолгГТУ. Т.10, №14, 2012. – С. 189-193.
4. ГОСТ 15467-79. Управление качеством продукции. Основные понятия. Термины и определения. 1979.
5. Международные стандарты. «Управление качеством продукции». ИСО 9000-9004, ИСО 8402. 1988.
6. Батищев Д.И., Шапошников Д.Е. Многокритериальный выбор с учетом индивидуальных предпочтений. Нижний Новгород: Изд-во ИПФ РАН, 1994. – 96 с.
7. Подиновский В.В., Ногин В.Д. Парето-оптимальные решения многокритериальных задач. М.: Физматлит, 2007. – 256 с.
8. Подиновский В.В. Введение в теорию важности критериев в многокритериальных задачах принятия решений. М.: Физматлит, 2007. – 64 с.

Получено 10.06.2015

We consider methodology for hierarchical multicriterion estimation of variants of data transmission network evolvement and operating. The paper is focused on system of aims and subtests for solution of rational choice

problems of topology and network parameters during analysis, design and modification. Based on data transmission network operation we constructed three-level hierarchical system of indicators and numerical criteria of network performance and quality of service. Proposed system provides to take into account different approaches, which are defined by different decision making subjects. These approaches are concerned on formulating of operation aims and development of network structure. They are focused on creation of interactive tools for automate design systems, control and operation supporting of telecommunication networks during their lifetime.

Keywords: *data transmission networks, simulation of data transmission networks, data transmission network planning, multi-criterion optimization*

DOI: 10.18469/ikt.2015.13.3.05

Kostin Alexander A., Doctor of Technical Science, Professor, the Head of Testing laboratory of Networks Equipment, The Bonch-Bruевич Saint-Petersburg State University of Telecommunications, Saint-Petersburg, Russian Federation. Tel.: +78125714170. E-mail: kostin@sut.ru

Shaposhnikov Dmitry E., Candidate of Physico-Mathematical Science, Associate Professor of the Head of Software Engineering, Lobachevsky State University of Nizhny Novgorod, Nizhny Novgorod, Russian Federation. Tel.: +78314100746. E-mail: shaposhnikov@unn.ru

References

1. Kostin A.A., Shustrov A.K. Telekommunikatsionnaya ushuga kak ob'ekt upravleniya [Telecommunication Service as Object of Control]. *Informatizatsiya i svyaz*, 2012, no. 7, pp. 34-41
2. Lazarev E.A., Misevich P.V., Shaposhnikov D.E. Geneticheskie algoritmy optimizatsii seti peredachi dannykh [Genetic Algorithms of Data Transmission Network Optimization]. *Sistemy upravleniya i informatsionnye tekhnologii*, 2011, no. 4, pp. 59-63.
3. Lazarev E.A., Misevich P.V., Shaposhnikov D.E. Metod vetvei I granits dlya optimizatsii struktury seti peredachi dannykh [Branch-and-Bound method for optimization of data transmission network structure]. *Izvestiya Volgogradskogo Gosudarstvennogo Tekhnicheskogo Universiteta*, 2012, vol. 10, no. 14, pp. 189-193.
4. GOST 15467-79. Upravlenie kachestvom produktsii. Osnovnye ponyatiya. Terminy I opredeleniya [State Standard 15467-79. The production quality management. Basic conceptions. Terms and definitions]. Moscow, Standartinform Publ., 1979. 20 p.
5. ISO 9000-9904, ISO 8402. Megdunarodnye standarty. "Upravlenie kachestvom productsii" [International Standards. Quality Control]. Moscow, Standartinform Publ., 1993. 20 p..
6. Batishchev D.I., Shaposhnikov D.E. Mnogokriterial'nyy vybor s uchetom individual'nykh predpochteniy [Multicriterion Choice with Taking Into Account Individual Preferences]. Nizhny Novgorod, IPF RAN Publ., 1994. 92 p.
7. Podinovskiy V.V., Nogin V.D. Pareto-optimal'nye resheniya mnogokriterial'nykh zadach [Pareto-optimal Solutions of the Multiobjective Problems]. Moscow, Nauka Publ., 1982. 256 p.
8. Podinovskiy V.V. Vvedenie v teoriyu vazhnosti kriteriev v mnogokriterial'nykh zadachakh prinyatiya reshenii [The introduction to the criteria importance theory in decision-making problems]. Moscow, Fizmatlit Publ., 2007. 64 p.

Received 10.06.2015

УДК 681.3

ОБМЕН ИНФОРМАЦИЕЙ В ПРОМЫШЛЕННОЙ СЕТИ С МОДУЛЯМИ ВВОДА-ВЫВОДА ДИСКРЕТНЫХ СИГНАЛОВ ADAM-4055

Кангин В.В.¹, Ложкин Л.Д.²

¹Российский экономический университет им. Г.В. Плеханова, Москва, РФ

²Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики, Самара, РФ

E-mail: leon.lozhkin@yandex.ru

Статья посвящена вопросам организации обмена информацией между компьютером-хостом и модулями удаленного и распределенного ввода-вывода дискретных сигналов типа ADAM-4055 (фирма Advantech, Тайвань) в компьютерной распределенной системе сбора данных и управления (КРССДУ). Хост и рабочие модули объединяют-