

11. ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА И ИНФОРМАТИКА

11.1. МЕТОД ФОРМИРОВАНИЯ НЕГЭНТРОПИЙНЫХ ТЕНДЕНЦИЙ В СИСТЕМЕ УПРАВЛЕНИЯ ОРГАНИЗАЦИЕЙ

Виноградова Г.Л., к.т.н., профессор кафедры информационных технологий, Костромской государственной технологической университет;
Серёдкин А.Н., к.т.н., доцент, заведующий кафедрой информационных компьютерных технологий, Пензенская государственная технологическая академия

В статье предложен метод формирования негэнтропийных тенденций в системе управления (СУ) организации. Даны модели энтропийных компонентов иерархической СУ, механизма формирования СУ с малоэнтропийными связями и ее модель, как результат воздействия предложенным методом. В качестве инструментальной поддержки метода предложено использование программного комплекса «Cobra ++».

ВВЕДЕНИЕ

Система организационного управления предприятием должна обеспечивать адаптацию предприятий к изменениям внешней среды. Системы управления (СУ) многих отечественных промышленных предприятий функционируют по типу иерархических структур со сложными взаимосвязями между уровнями и элементами системы одного уровня. Иерархическая структура системы управления характеризуется как открытая, в которой по мере усложнения задач, стоящих перед предприятием осуществляется «ввод энтропии» и система неспособна противостоять энтропийным тенденциям, что снижает эффективность деятельности таких систем управления. Одним из факторов «ввода энтропии» является рассогласованность смежных элементов системы, что обусловлено действующими стандартами, в частности на конструкторско-технологическую подготовку производства.

Иерархические структуры обеспечивают эффективное управление в стабильных условиях. Повышение динамичности изменений внешних и внутренних условий внешней среды формирует проблему совершенствования организационной структуры, являющуюся одной из самых сложных проблем предприятия. Отсутствие формализованных методик перехода иерархических структур к более эффективным – органическим ставит задачу развития иерархических структур на основе инноваций, одной из целей которых также является малоэнтропийное развитие.

Факторы негэнтропийных тенденций в СУ

В работах академика Прангшвили И.В. большое внимание отводится проблеме энтропии систем, и в частности организационных СУ. Повышение энтропии в СУ это объективная закономерность, а одним из ключевых условий эффективного управления сложными системами является необходимость учета уровня энтропии и формирование негэнтропийных тенденций в СУ [4].

С позиций системного анализа иерархических систем управления (ИСУ) предприятием рассмотрена как сложная, открытая система. В качестве объекта исследования выступала организационная СУ крупного промышленного предприятия, функционирующая по иерархическому типу управления. Проблема повышения энтропии в ИСУ предприятием является следствием конфликта между многократным усложнением задач, формируемых современной внешней средой, и сложностью адаптации ИСУ к этим условиям.

На основе анализа ИСУ установлено, что основными факторами повышения энтропии в таких системах являются: количество уровней иерархии в системе, и связи, прежде всего межструктурные, а также количество функций в процессах, т.е.:

$$\mathcal{E}' = f(U', S_{ms}' F_p'), \tag{1}$$

где \mathcal{E}' – показатель структурной энтропии, формируемой в процессе управления в ИСУ;
 U' – уровни иерархии в СУ;
 S_{ms}' – множество межструктурных связей в ИСУ;
 F_p' – множество функций в процессах, протекающих в СУ.

Модели энтропийных компонентов иерархической СУ

На основе теории множеств модель организационной структуры СУ иерархического типа, позволяющая идентифицировать основные структурные элементы, формирующие «ввод энтропии», может быть представлена совокупностью элементов:

$$SU' = \langle Sp', S_{ms}', U', P' \rangle, \tag{2}$$

где Sp' – множество структурных подразделений;
 P' – множество процессов, протекающих в ИСУ;
 U' – количество уровней иерархии в СУ, $u' \in U'$;
 $U' = \{u^i\}; u_b^i; b = 5, 6, \dots, 10$.

Одним из основных факторов, определяющих степень сложности системы, а, следовательно, формирующих ее структурную энтропию, являются связи основных компонентов системы. В структуре ИСУ это связи между функционально-независимыми подразделениями, которые могут быть описаны моделью

$$S_{ms}' = \langle S_{ms_g}', S_{ms_v}' \rangle, \tag{3}$$

где $S_{ms_g}' = \bigcup_i S_{ms_g}^{i'}$ – множество горизонтальных связей i -го функционального подразделения со смежными функционально-независимыми подразделениями (процедуры согласований);

$S_{ms_v}' = \bigcup_t S_{ms_v}^{t'}$ – множество вертикальных связей i -го функционального подразделения с t -м смежными функционально-независимыми подразделениями, осуществляемые между уровнями иерархии в СУ при принятии решений.

Подмножество связей горизонтальных межструктурных определяется спецификой их реализации, заключающейся в цикличности при их осуществлении и определяется равенством:

$$S_{ms_g}^{i'} = f(nSp^i), \tag{4}$$

где

n – количество циклов, осуществляемых в процессе принятия решений при согласованиях между функционально-структурными подразделениями, $S_{ms_g}^i \geq Sp^i$.

Подмножество связей вертикальных определяется показателем иерархичности системы и описывается уравнением $S_{ms_v}^i = f(U^i)$.

Процессы, реализуемые в организационной структуре СУ, функционирующей по иерархическому типу, могут быть представлены моделью:

$$P_j^i = F_p^i \cup S_{p_g}^i \cup S_{ms_g}^i, \tag{5}$$

где

P_j^i – j -процесс, реализуемый в ИСУ;

$S_{p_g}^i$ – горизонтальные связи в процессе:

$$S_{p_g}^i = \sum_{n=1}^N F_{p_j}^i - 1,$$

где N – количество функций в j -м процессе.

Графическая модель процесса представлена на рис. 1.

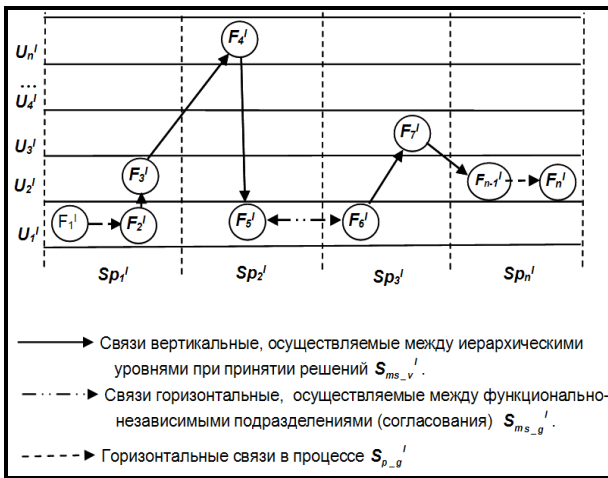


Рис. 1. Модель j -го процесса в иерархической СУ

Оценка структурной энтропии СУ иерархического типа выполнена на основе соотношения:

$$\mathfrak{E} = \sum_{i=1}^n \left| \frac{x_i^* - x_i}{x_i^*} \right| w_i,$$

где

x_i^* – идеальное значение i -го показателя;

x_i – реальное значение i -го показателя;

w_i – весовой коэффициент i -го показателя;

$$\sum_{i=1}^N w_i = 1 \text{ [1].}$$

Весовые коэффициенты значимых факторов, формирующих структурную энтропию распределены следующим образом: $w(U^i) = 0,2$; $w(S_{ms}^i) = 0,4$; $w(F_p^i) = 0,4$.

Множество межструктурных связей S_{ms}^i включает подмножества $S_{ms_g}^i$ и $S_{ms_v}^i$, их весовые коэффициенты распределены соответственно 0,3 и 0,1.

Для энтропийной оценки элементарный фрагмент процесса в ИСУ рассмотрен как система, состоящая из двух элементов и их взаимосвязи (рис. 2).

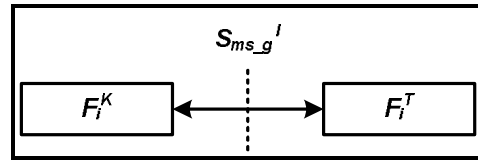


Рис. 2. Фрагмент процесса с межструктурными связями

Основными элементами в такой системе являются функции, реализуемые в смежных подразделениях, т.е. F_i^K – функция i -го процесса, реализуемого в K -м элементе (подразделении) в иерархической ОС, F_i^T – функция i -го процесса, реализуемого в T -м элементе (подразделении) в иерархической ОС, $S_{ms_g}^i$ – связь между элементами горизонтальная (межструктурная) в i -м процессе. Исследования связей позволили установить, что они носят циклический характер, число циклов составляет от единицы до пяти. Модель связи имеет вид:

$$S_{ms_g}^i = \sum_{j=1}^n |\pm S_{ms_g_j}^i|, (n = 1, 2, \dots, 5), \tag{6}$$

где

$S_{ms_g}^i$ – прямая связь между элементами;

$-S_{ms_g}^i$ – обратная связь между элементами. Доля энтропии, определяемая наличием связей в системе, составляет:

$$\mathfrak{E}_s^i = \mathfrak{E}_{sv}^i + \mathfrak{E}_{sg}^i = 0,325.$$

Общая структурная энтропия ИСУ равна $\mathfrak{E}^i = 0,791$.

Характеристика метода

Метод формирования негэнтропийных тенденций в структуре ИСУ основан на существенном уменьшении уровней иерархии и взаимодействий структурных элементов в ИСУ в процессах принятия решений при подготовке производства. Предлагаемый подход формирует у СУ способность противостоять энтропийным тенденциям, т.е. придание свойства негэнтропийности за счет устранения рассогласованности элементов системы управления машиностроительным предприятием на основе глубокой интеграции ИС и ИТ. Инструментальная поддержка метода носит вариативный характер: традиционный подход к автоматизации СУ с разработкой специализированного ПО и использование новой адаптивно-поисковой технологии создания КИС, построенной на принципах визуального адаптивного программирования, реализованного в программном комплексе (ПК) «Собга++» [5]. Одной из принципиальных особенностей ПК «Собга ++» является наличие в его составе универсальных средств синхронизации данных с внешними источниками данных. Анализ принципов, возможностей, основных компонентов и технологий позволил установить принципиальную возможность использования ПК «Собга ++» в качестве базового при решении проблемы снижения энтропии в ИСУ промышленных предприятий.

Основой предлагаемого метода является формирование подсистемы автоматического принятия решений, создание трехуровневой автоматизированной системы принятия решений (ТАСПР) и декомпозиция функций, протекающих в ИСУ, по трем контурам управления.

Первая подсистема ориентирована на принятие решений человеком, в которой решаются слабо структурируемые задачи, в реализации которых на данном этапе развития информационных системы и технологии использовать не могут. Вторая подсистема поддерживает автоматизированное принятие решений, в которой осуществляются высокоструктурированные управленческие функции. В подсистеме обеспечивается автоматизированный процесс получения и переработки информации, выработки управляющих воздействий, однако окончательное принятие решения остается за человеком. Третья подсистема выполняет автоматическое принятие решения на основе разработанных алгоритмов.

Основой декомпозиции функций по подсистемам является установление закономерностей при формализации этапов в принятии решений на множестве функций управления при подготовке производства промышленного предприятия [3]. Выявление таких закономерностей позволило обнаружить высокую степень формализации взаимосвязей структурных подразделений (основных элементов системы), основанных на формализованных знаниях экспертов. Это позволяет передать функции организации связей между смежными элементами системы в автоматический контур управления, что решает проблему рассогласованности при принятии управленческих решений. Таким образом, осуществляется преобразование системообразующих свойств связей смежных элементов в ИСУ, заключающееся в трансформации их способа реализации, т.е. передачи из ручного контура управления в автоматический [2].

Основными принципами метода формирования негэнтропийных тенденций в ИСУ являются поэтапность и эволюционность, позволяющие устранить противоречие между сроками, инвестициями и рисками преобразований. Принципы базируются на особенностях адаптивно-поисковой технологии создания КИС.

Формальное описание трансформации организационной структуры ИСУ в СУ с малоэнтропийными системными связями имеет вид

$$SU^I \rightarrow SU^{m^3},$$

где SU^{m^3} – структура СУ с малоэнтропийными связями.

Формирование контура автоматического управления формирует новую организационную структуру системы управления, состоящую из трех контуров управления

$$U^I \rightarrow U^{m^3},$$

где U^{m^3} – уровни иерархии в СУ с малоэнтропийными связями.

Одним из ключевых факторов энтропизации ИСУ, являются связи элементов системы, преобразование свойств которых отражено в виде:

$$S_{ms}^I \rightarrow S_{ms}^{m^3},$$

где $S_{ms}^{m^3}$ – межструктурные связи основных элементов СУ с малоэнтропийными связями, включающие два подмножества:

$$S_{ms}^{m^3} = \langle S_{ms_g}^{m^3}, S_{ms_v}^{m^3} \rangle, \tag{7}$$

где

$S_{ms_g}^{m^3}$ – связи горизонтальные (процедуры «согласований»);

$S_{ms_v}^{m^3}$ – связи вертикальные.

На основании установленных закономерностей формализации процедур при реализации взаимосвязей между смежными элементами системы, обеспечивающие их реализацию в автоматическом контуре ТАСПР и устраняющую рассогласованность смежных элементов системы, следует, что:

$$S_{ms_g}^{m^3} \rightarrow 0,$$

поэтому

$$S_{ms}^{m^3} = S_{ms_v}^{m^3}.$$

Декомпозиция функций основывается на выявленных закономерностях в формализации этапов принятия решений (PR), являющейся концентрированным выражением реализованной управленческой функции $F \cup PR = PR$. Критерием распределения функций является уровень формализации этапов (β_i, β_{i-1}) принятия решений при реализации i -й функции, β_i – конечный этап процесса принятия решения. Функция реализуется в ручном контуре управления (U_m), если формальная модель представлена следующим образом:

$$F_m = \{f \in U_m | 0 \leq I_s, K_s, W_s, V_s \leq 1; R_s = 0\},$$

где

I_s, K_s, W_s, V_s, R_s – формальное представление этапов процесса принятия решений (I – этап сбора информации;

K – этап разработки критериев и ограничений принятия решения;

W – этап установления взаимосвязей между факторами, оказывающими влияние на решение;

V – этап выработки вариантов решений;

R – этап принятия рационального решения).

Функция, реализуется в автоматизированном контуре (U_{ma}), если:

$$F_{ma} = \{f \in U_{ma} | (I_s, K_s, W_s) = 1; 0 < V_s, R_s < 1\}.$$

Функция реализуется в автоматическом режиме (U_a), если формальная модель имеет вид:

$$F_a = \{f \in U_a | (I_s, K_s, W_s, V_s, R_s) = 1\}.$$

Автоматически принятое решение может быть формализовано одним из двух вариантов: в первом случае решение поступает в виде расчетного показателя, то есть:

$$R(v_1, v_2 \dots v_n) \rightarrow \underset{K \in K}{optim},$$

где K – критерий принятия рационального решения. Во втором случае решение реализуется одной из альтернатив, выбор которой зависит от наличия или отсутствия необходимых условий.

- да – нет;
- есть – нет;
- удовлетворяет – не удовлетворяет.

Множество функций, реализуемых в новой СУ, представлено совокупностью:

$$F^{m^3} = \langle F_a^{m^3}, F_{ah}^{m^3}, F_h^{m^3} \rangle, \tag{8}$$

где

F^{m^3} – множество функций, реализуемых в СУ с малоэнтропийными связями;

$F_a^{m\sigma}$ – функции, реализуемые в автоматическом контуре управления;

$F_{ah}^{m\sigma}$ – функции, реализуемые в автоматизированном контуре управления;

$F_h^{m\sigma}$ – функции, реализуемые в ручном контуре управления.

Установлено, что при решении задачи декомпозиции функций ИСУ выполняется принцип золотой пропорции. Этот принцип является универсальной и объективной закономерностью сложных систем, использование которой повышает эффективность их управления и является основой стабильности систем, в том числе и организационных систем управления [4]. Применительно к области исследования модель золотого соотношения принимает вид:

$$F_a^{m\sigma} / (F_h^{m\sigma}; F_{ah}^{m\sigma}) = (F_h^{m\sigma}; F_{ah}^{m\sigma}) / F^{m\sigma}.$$

На основании этого положения получено соотношение количества функций с участием лица, принимающего решения, в СУ с малоэнтропийными связями $F^{m\sigma} \approx 0,618F^I$, что подтверждено ранее проведенными исследованиями [3].

Модель СУ с малоэнтропийными связями

Результатом воздействия метода является трансформация ИСУ в СУ с малоэнтропийными связями. В качестве критериев эффективности новой системы управления выступают:

- минимизация «ввода энтропии» при реализации управления предприятием;
- максимальный уровень автоматизации управленческих функций (число автоматических ПР);
- оптимальный уровень иерархий в процессе принятия решений;
- минимизация системных связей на основе совершенствования их свойств;
- минимальное время получения и обработки информации, т.е. $t_{ai} \leq t_{hi}$, где t_{ai} – время получения и обработки информации в автоматическом контуре управления, t_{hi} – время получения и обработки информации в ручном контуре управления.

Формальными характеристиками новой структуры системы организационного управления являются: значительное снижение многомерности системы через показатели количества уровней иерархий и связей между смежными элементами.

Модель структуры системы управления с малоэнтропийными связями примет вид

$$SU^{m\sigma} = \langle Sp^{m\sigma}, S_{ms_v}^{m\sigma}, U^{m\sigma}, P^{m\sigma} \rangle, \quad (9)$$

где

$SU^{m\sigma}$ – СУ с малоэнтропийными системными связями;

$Sp^{m\sigma}$ – структурные подразделения в СУ с малоэнтропийными связями;

$S_{ms_v}^{m\sigma}$ – множество межструктурных связей в новой СУ;

$P^{m\sigma}$ – множество процессов, протекающих в СУ с малоэнтропийными связями;

$U^{m\sigma}$ – количество уровней иерархии в СУ.

Модель j -го процесса, осуществляемого в СУ с малоэнтропийными системными связями имеет вид:

$$P_j^{m\sigma} = F_p^{m\sigma} \cup S_{p_g}^{m\sigma}, \quad (10)$$

где

$S_{p_g}^{m\sigma}$ – горизонтальные связи в j -ом процессе;

$F_p^{m\sigma}$ – функции j -го процесса;

$$S_{p_g}^{m\sigma} = \sum F_p^{m\sigma} - 1.$$

Связи межструктурные в новой СУ соответствуют количеству связей вертикальных т. е.

$$S_{ms_v}^{m\sigma} = \left(\sum_{h=1}^{\varphi} F_h^{m\sigma} + \sum_{ah=1}^{\varphi} F_{ah}^{m\sigma} \right) - 1, \quad (11)$$

где

φ – количество функций в процессе, реализуемое в контуре управления человеком;

φ – количество функций в процессе, реализуемое в автоматизированном контуре управления.

Количество уровней принятия решений составит

$$U^{m\sigma} = \{u^{m\sigma}\}; u_{\sigma}^{m\sigma}; \sigma = 1, 2, 3.$$

Графическое представление процесса, протекающего в СУ с малоэнтропийными связями, представлена на рис. 3.

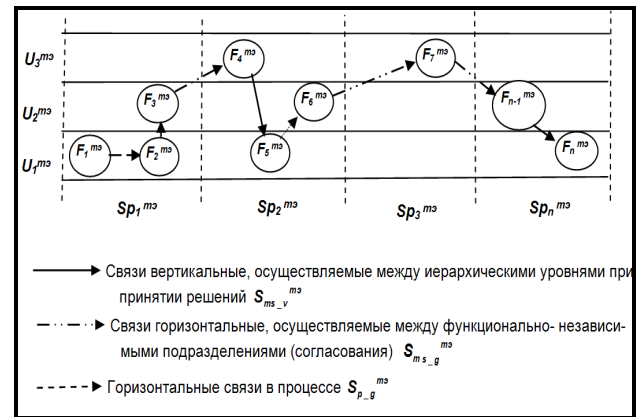


Рис. 3. Модель i -го процесса в СУ с малоэнтропийными связями

При оценке общей энтропии, формируемой в СУ с малоэнтропийными связями, установлено, что ее показатель соответствует $\mathfrak{E}^I = 0,08$, что значительно меньше, чем показатель энтропии иерархической СУ. Доля энтропии, определяемая связями в системе, также значительно сокращается и составляет $\mathfrak{E}_{ms}^{m\sigma} = 0,03$.

ВЫВОДЫ

На базе проведенных исследований разработан метод совершенствования многоуровневых иерархических структур систем организационного управления предприятием, на основе системного анализа компонентов, формирующего энтропизацию СУ. Метод позволяет: в организационном аспекте формировать неэнтропийные тенденции путем минимизации элементов и связей между элементами системы на основе преобразований их системообразующих свойств, в информационном аспекте – выступает как технология проектирования автоматизированной системы управления предприятием на основе новой адаптивно-поисковой технологии, построенной на визуальном адаптивном программировании.

Разработана модель структуры СУ предприятием с малоэнтропийными системными связями, являющаяся результатом воздействия разработанным методом к совершенствованию ИСУ, отличающаяся оптимизацией ключевых показателей формальных характеристик структуры СУ, что обеспечивает

уменьшение энтропизации при управлении предприятием на основе поддержки управления в ТАСПР с включением автоматического контура.

Виноградова Галина Леонидовна

Серёдкин Александр Николаевич

Литература

1. Беляев И.П. Искусство анализа данных [Текст] / И.П. Беляев // Информационные технологии. – 2003. – №5. – С. 31-36.
2. Виноградова Г.Л. Автоматизация процедур согласований в бизнес-процессах машиностроительного предприятия [Текст] / Г.Л. Виноградова, С.В. Белов // Приборы и системы. Управление, контроль, диагностика. – 2009. – №1. – С. 57-60.
3. Виноградова Г.Л. Классификация функций управления при проведении эволюционного реинжиниринга бизнес-процессов [Текст] / Г.Л. Виноградова // Известия ТулГУ; Сер. Бизнес-процессы и бизнес-системы. – 2005; вып. 1. – С. 3-7.
4. Прангишвили И.В. Системный подход и повышение эффективности управления [Текст] / И.В. Прангишвили; Ин-т проблем упр. им. В. А. Трапезникова РАН. – М.: Наука, 2005. – 422 с.
5. Шведенко В.Н. Технология быстрой разработки баз данных и приложений пользователя в системе «Cobra++» [Текст] / В.Н. Шведенко, Р.А. Набатов // Программные продукты и системы. – 2008. – №2. – С. 23-25.

Ключевые слова

Организационная система управления; энтропия; совершенствование процессов; принятие управленческих решений; адаптивно-поисковой технологии создания информационных систем.

РЕЦЕНЗИЯ

Статья посвящена решению актуальной задачи разработки метода преобразования иерархических систем организационного управления промышленным предприятием на базе современных информационных технологий. Повышение эффективности управления перехода от бюрократического типа управления к процессному является важной задачей на современном этапе. Повышение эффективности осуществляется за счёт снижения «ввода энтропии» в системе управления, обусловленной, прежде всего, рассогласованностью смежных элементов системы, что обусловлено действующими стандартами.

Авторы провели системный анализ факторов негэнтропийных тенденций в системе управления предприятием. На основе проведенного анализа в статье определены основные направления совершенствования иерархических систем управления.

Новизна и научно-практическая ценность разработки заключается в создании метода совершенствования системы управления и моделей процессов и системы управления, обеспечивающих малоэнтропийное управление организацией. Инструментом совершенствования системы управления предложено использовать адаптивно-поисковую технологию создания информационной системы управления, реализуемой на принципах визуального адаптивного программирования.

В статье решение поставленных задач носит комплексный характер, применено теоретико-множественное представление для формализации разработанных моделей и методов.

Рецензируемая статья отвечает требованиям, предъявляемым к научным публикациям, и может быть рекомендована к опубликованию.

Немиров А.Л., д.э.н., профессор, зав. кафедрой экономики и управления ГОУВПО «Костромской государственный технологический университет»

11.1. METHOD OF FORMING NEGENTROPIC TRENDS IN THE MANAGEMENT OF THE ORGANIZATION

G.L. Vinogradova, Candidate of Technical Science, Professor of Department of Information Technology, Kostroma State Technological University;
A.N. Seredkin, Candidate of Technical Science, Associate Professor, Head of Department

*Information Computer Technology,
Penza State Technological Academy*

The authors propose a method of forming negentropic trends in the management system (MS) organization. It is offered hierarchical models of entropic components of MS, the mechanism of formation of MS with small entropic communications and its model, as a result of the impact of the proposed method. As the instrumental support of the method proposed to use software package «Cobra + +».

Literature

1. I.P. Belyaev. The Art of Data Analysis [Text] / I.P. Belyaev // Information technologies – №5. – 2003. – p. 31-36.
2. G.L. Vinogradova. Automation procedures for harmonizing the business processes of an engineering factory [Text] / G.L. Vinogradova, S.V. Belov // Devices and systems. Command, control, diagnosis, Nauchtehizdat. – №1. – 2009. – p. 57-60.
3. G.L. Vinogradova. The classification of management functions during the evolution of business process reengineering [Text] / G.L. Vinogradova // Proceedings of Tula. – Ser. Business processes and business systems. – Vol. 1. – Tula. – 2005. – p. 3-7.
4. I.V. Prangishvili. Systematic approach and to improve management [Text] / I.V. Prangishvili; Institute for Problems of Control. them. V.A. Trapeznikova Sciences. – Moscow: Nauka, 2005, 422p.
5. V.N. Shvedenko. Technology rapid development of databases and user applications in the system "Cobra + +" [Text] / V.N. Shvedenko, R. A. Nabatoff / Software products and systems. – №2. – 2008. – p. 23-25.

Keywords

Organizational management system; entropy; process improvement; automated control system.