

УДК 681.3

Д.А. Недосекин

МНОГОВАРИАНТНЫЙ ВЫБОР ПРИ УПРАВЛЕНИИ РАЗВИВАЮЩИМИСЯ СИСТЕМАМИ

*Администрация Воронежской области,
Воронеж, Россия*

В данной работе рассматривается проблема управления связанными развивающимися системами (СРС). Они влияют на то, каким образом осуществляется развитие соседствующих высокотехнологичных технологических систем. Данная работа направлена на создание алгоритмической процедуры, позволяющей проводить управление СРС. Выбор перспективного варианта в оптимизационной задаче исходит из того, что инфокоммуникационная система является прогрессирующей системой в структуре СРС. В процедуре выделены и описаны три модуля. Приведены структурная схема алгоритмической процедуры управления выбором граничных условий развития односвязной системы и структурная схема алгоритмической процедуры управления перераспределением финансового ресурса основной системы. Процедура многоальтернативного выбора отличается характером формализации экспертных знаний в виде рангов совместимых перспективных направлений развития содействующих систем и позволяет достигать эффективного взаимодействия всех составляющих связанной развивающейся системы. Выбор варианта допустимых граничных условий развития информационно-телекоммуникационных технологий (ИКТ) в регионе осуществляется экспертным путем на основе сравнения доминирующих стратегий. Проанализирована выборка статистических показателей за определенный период развития компонент ИКТ в указанный период, что дало возможности для подтверждения эффективности оптимизации.

Ключевые слова: принятие решений, система, многоальтернативная агрегация, оптимизация, управление, модель, алгоритм.

Введение. Для современного этапа развития общества то, каким образом функционируют и совершенствуются различные системы жизнедеятельности в большой мере определяется тем, каким образом работают сопутствующие им высокотехнологичные технические системы. В результате многоаспектного взаимодействия среди них появляются связанные развивающиеся системы (СРС). Необходимо формировать проблемно-ориентированные модели и процедуры принятия управленческих решений с тем, чтобы повышать эффективность развития основных систем [1-3] при том, что идет интенсификация применения инфокоммуникационных технологий, когда они контактируют со СРС.

Целью работы является разработка предложений по управлению развитием СРС на основе соответствующей алгоритмической процедуры .

Формирование алгоритмической процедуры. Рассмотрим возможность многовариантного выбора при управлении развитием содействующих высокотехнологических технических систем. Выбор

перспективного варианта исходит из того, что инфокоммуникационная система является прогрессирующей системой в структуре СРС. Многовариантный выбор при управлении [4] СРС осуществляется на основе интеграции формализованной и экспертной информации. Формализованная информация используется при трансформации базовых оптимизационных задач многоальтернативной агрегации [5], формированием множества перспективных вариантов, а экспертная при принятии окончательного решения. При этом принимаются решения, обеспечивающие управление выбором граничных условий распределения финансового ресурса и стратегий (направлений) развития при числе содействующих систем $q = 1$ и $q = 2$. В случае управления выбором граничных условий при $q = 1$ первый модуль обеспечивает трансформацию оптимизационной [6, 7] задачи

$$\begin{aligned} & \phi(\phi_1(\psi_{11}(U_n(x_j))), \phi_2(\psi_{12}(U_n(x_j)))) \rightarrow \max, \\ & Z = \sum_{m=1}^M \sum_{i=1}^I z_{jm}(U_n(x_j)) \leq Z^{\text{äi}}, \\ & F_i(U_n(x_j)) \leq F_i^{\text{i}\delta}, i = \overline{1, I}, \\ & x_j = \begin{cases} 1, \\ 0, \end{cases} i = \overline{1, J}, \end{aligned} \quad (1)$$

где $Z^{\text{äi}}$ - допустимые затраты на развитие ИТК;
 $Z_{jm}()$ - функции, описывающие связи значений затрат на реализацию j -й ($(j = \overline{1, J})$) ИТК в m -й подсистеме основной системы ($(m = \overline{1, M})$) со значениями параметров ИТК;

F_i^{np} - значение показаний основной системы, заданные целевой программой, $j = \overline{1, I}$;

$F_i()$ - функции, описывающие связи значений показателей основной системы со значениями параметров ИТК;

$$x_j = \begin{cases} 1, & \text{если используется } j\text{-я стратегия (направление)} \\ & \text{для развития информационной системы} \\ 0, & \text{в противном случае.} \end{cases}, j = \overline{1, J}$$

в эквивалентную:

$$\max_x \min_{y>0} \hat{\delta}(x, y) = \phi(x_j) + y_0(Z^{\text{äi}} - \sum_{i=1}^M \sum_{j=1}^J z_{jm}x_j) - \sum_{i=1}^I y_i(F_i^{\text{i}\delta} - F_i(x_j)), \quad (2)$$

где

$x = (x_1, \dots, x_j, \dots, x_J)$ - вектор альтернативных переменных, $y = (y_0, \dots, y_1, \dots, y_i, \dots, y_I)$ - вектор множителей эквивалентной задачи.

Когда возникает проблема превышения суммарными затратами допустимого уровня, предполагается снизить объем инвестиций в развитие ИКТ. Необходимо обосновать нижнюю границу снижения, за пределами которой отрасль поддерживается только на уровне функционирования без возможностей развития. Зададим дискретный ряд значений $Z_{\text{доп}}$ в задаче (1):

$$Z_1^{\text{доп}}, \dots, Z_\ell^{\text{доп}}, \dots, Z_L^{\text{доп}},$$

где $L \leq 15$, $Z_I^{\text{доп}} < Z_{I+1}^{\text{доп}}$, а номера $I = \overline{1, L}$ в двоичном исчислении $I = 1 + 2v_1 + 4v_2 + 8v_3$, где $v = (v_1, v_2, v_3)$ - вектор с координатами

$$v_1 = \begin{cases} 1, \\ 0 \end{cases}, v_2 = \begin{cases} 1, \\ 0 \end{cases}, v_3 = \begin{cases} 1, \\ 0 \end{cases}. \quad (3)$$

Тогда задача (2) трансформируется в оптимизационную задачу с новым вектором альтернативных переменных (v).

$$\max_x \min_y \hat{\delta}(x, v, y) = \phi(x_j) + y_0 (Z^{\text{доп}}(v) - \sum_{m=1}^M \sum_{j=1}^I Z_{jm} x_j) - \sum_{i=1}^I y_i (F_i^{\text{ид}} - F_i(x_j)).$$

(4)

Второй модуль процедуры связан с получением решения с использованием рандомизированной поисковой процедуры многоальтернативной оптимизации.

Полученные в результате решения v_1^*, v_2^*, v_3^* определяют номер I^* и значение $Z_{I^*}^{\text{доп}}$, которые необходимо принимать при определении ресурсов [8, 9], выделяемых для развития инфокоммуникационной составляющей при формировании программы основной системы.

После согласования доступного уровня инвестиций $Z^{\text{доп}} = Z_{I^*}^{\text{доп}}$ возвращаемся к результатам решения этой задачи по переменным $y_i^* \geq 0, i = \overline{1, I}$.

Таким образом, третий модуль позволяет выбрать окончательное решение на основе экспертной информации (рис. 3).

Структурные схемы алгоритмических процедур. Следующий алгоритм управления определяет выбор перспективных направлений развития СРС при $q = 1$. Этот алгоритм также связан с решением оптимизационной задачи (2) и представляет собой интеграцию в рандомизированную процедуру многоальтернативной оптимизации результатов группового экспертного оценивания.

Алгоритмическая процедура принятия решений отличается приемами экспертного оценивания при трансформации исходной задачи управления в оптимизационную задачу с новым вектором альтернативных переменных и позволяет обеспечить эффективное влияние содействующей системы [10, 11] на развитие основной.

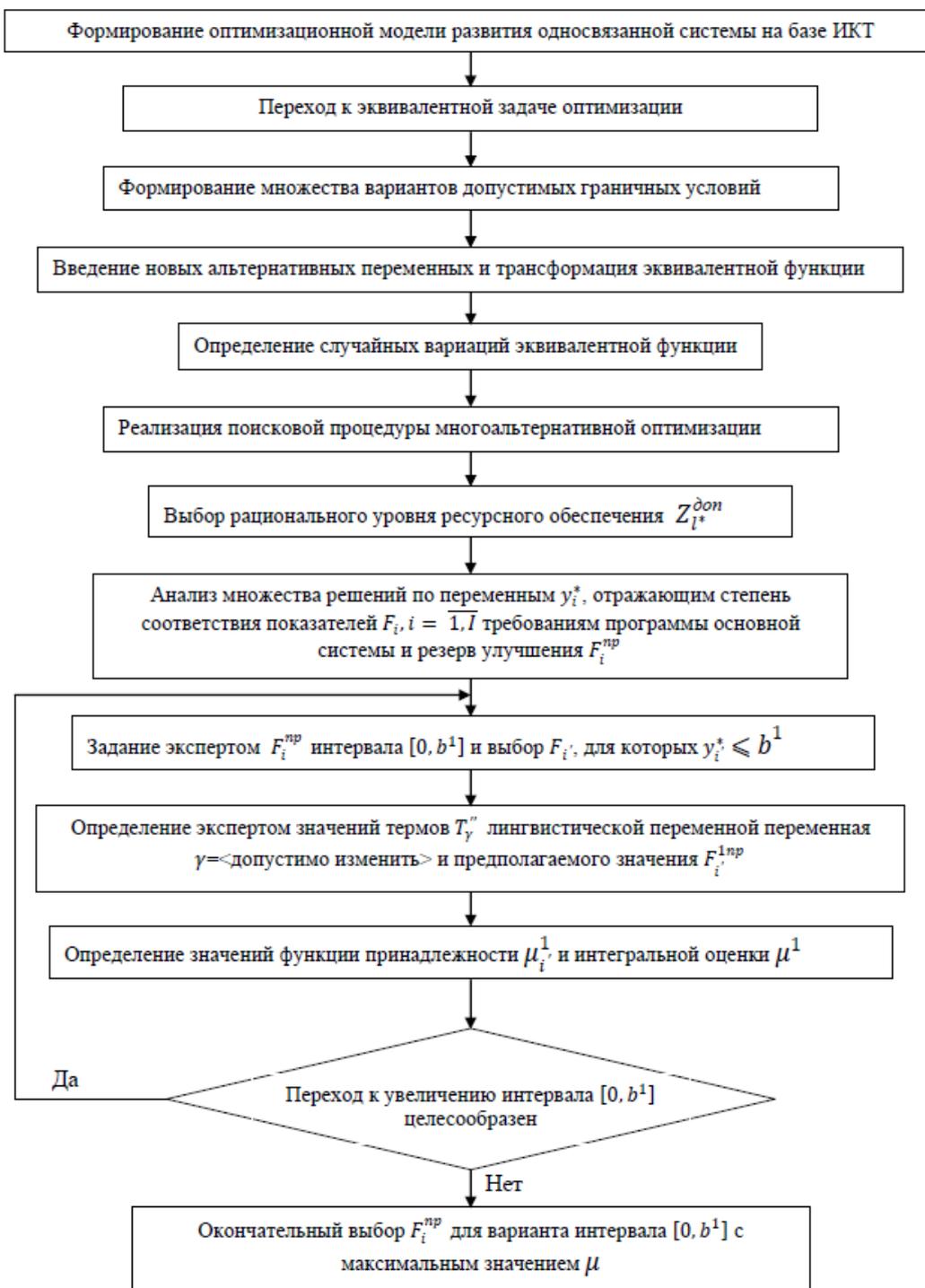


Рис. 3. Структурная схема алгоритмической процедуры управления выбором граничных условий развития односвязной системы

При переходе от СРС при $q = 1$ к СРС при $q = 2$ возникает необходимость в принятии решений по перераспределению ресурсного обеспечения. Определяется множество $J_1 \in J$, в которое включены направления ИКТ, влияющие на те же параметры U_{nj1} , что и новая содействующая система. По параметрам U_{nj1} вводятся $s = 1, S$ дискретных градаций (использование направления $j1$ позволяет увеличить U_{nj1} параметры инфокоммуникационной составляющей региона на 1%, ..., 10%, ..., 15%). Каждой s – й градации ставятся в соответствие альтернативные переменные

$$v_s = \begin{cases} 1, \text{ если принято } s\text{-я градация} \\ x, \text{ в противном случае} \end{cases}, S = \overline{1, S}. \quad (5)$$

Структурная схема алгоритмической процедуры приведена на рис. 2. Процедура многоальтернативного выбора, приведенная на этой схеме, отличается характером формализации экспертных знаний в виде рангов совместимых перспективных направлений развития содействующих систем и позволяет достигать эффективного взаимодействия всех составляющих связанной развивающейся системы.

Для формирования множества вариантов допустимых граничных условий развития ИКТ в регионе и последующего оптимизационного выбора:

- соотнесены допустимые финансовые вложения на реализацию программы развития ИКТ в бюджете региона с суммарными затратами на развитие всех ее составляющих;
- оценены резервы улучшения программных показателей развития сложной системы жизнедеятельности за счет использования ИКТ;
- определены отдельные направления развития ИКТ, развитие которых способствует повышению уровня показателей основной системы.

Выбор варианта осуществляется экспертным путем на основе сравнения доминирующих стратегий.

В таблице 1 указаны альтернативные стратегии (способы развития) и критерии эффективности инфокоммуникационной системы региона (требования), на основе которых экспертами (лицами, принимающими решения - ЛПР) принимается окончательное решение.



Рис. 4. Структурная схема алгоритмической процедуры управления перераспределением финансового ресурса основной системы

Результаты. Проанализирована выборка статистических показателей за 10 лет (с 2004 по 2013 гг.) развития компонент инфокоммуникационной системы в указанный период, что позволило подтвердить эффективность оптимизации за 3 года (рис. 5,6).

Таблица 1

Результаты экспертного анализа вариантов доминирующих стратегий развития ИКТ

Способ развития Требования	Развитие и модернизация ИКТ на основе госзакупок (стратегия r_1)	Развитие ИКТ подведомственным госучреждением (стратегия r_2)	Содействие развитию сторонних организаций в сфере ИКТ (стратегия r_3)
Эффективность вложений	Затраты бюджета минимизируются конкурсными процедурами	Определяется планом исходя из возможностей бюджета и учреждения	Является целью поддерживаемых проектов. Господдержка улучшает показатели эффективности
Развитие структуры ИКТ системы	Осуществляется в требуемых направлениях за счет предприятия и привлеченных инвестиций	Закупка материально-технологической базы в минимально требуемых объемах.	За счет предприятия и привлеченных инвестиций. Направления определяются самостоятельно с учетом различных форм господдержки.
Развитие содействующих систем	Направления определяются конкретными госзаказами	Исключительно в рамках госпотребностей в минимальном объеме	Направления определяются организацией из рыночной конъюнктуры
Объем развития ИКТ системы	Развивается как государственный сегмент, так и частный. Государственный сегмент задает минимальный объем развития	Развивается только государственный сегмент в минимально требуемых объемах.	Развивается частный сегмент
Индекс готовности к информационному обществу	Развитие индексов-компонент на основе роста подындексов госсектора (включая государственные здравоохранение, образование и культуру) и инфраструктуры, экономической среды	Минимальное развитие подындексов и в основном в части госсектора	Развитие индексов-компонент на основе роста подындексов не госсектора: бизнеса, экономической среды, инфраструктуры, человеческого капитала и т.п.

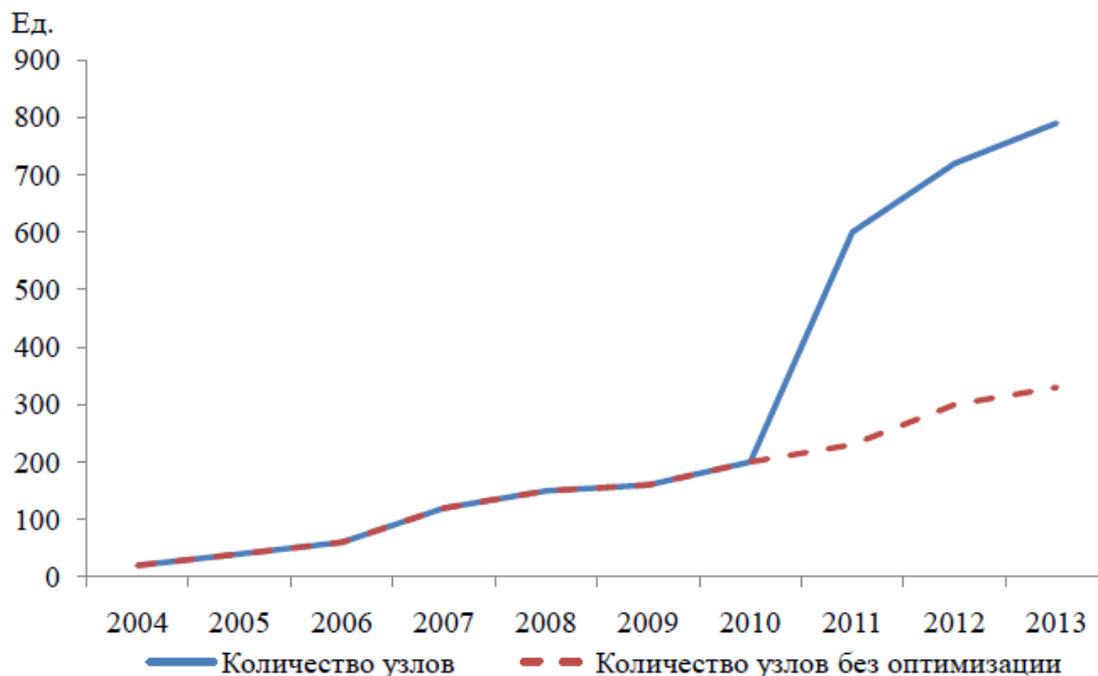


Рис. 5. Сравнительные графики роста числа узлов областной инфокоммуникационной системы Воронежского региона



Рис. 6. Сравнительные графики динамики показателей, характеризующих доступность услуг связи

Вывод. Таким образом, достигнутые результаты подтверждают практическую значимость разработанной системы принятия решения при управлении выбором перспективных направлений развития ИКТ, обеспечивающих повышение индекса готовности региона к информационному обществу и содействующих эффективному развитию основной системы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бессонова А.А. Управление социально-экономическими системами в условиях модернизации / А.А.Бессонова, В.В.Дубинин, И.Я.Львович, Ж.И.Лялина, А.П.Преображенский, Е.Д.Рубинштейн, М.А.Салтыков, В.Н.Филипова, И.В.Филиппова // Саратов, Издательство: ЦПМ "Академия Бизнеса" (Саратов), 2013, 110 с.
2. Преображенский А.П. Особенности работы малых предприятий / А.П.Преображенский, О.Н.Чопоров // Наука Красноярья. 2017. Т. 6. № 3-3. С. 178-182.
3. Преображенский А.П. Построение многокритериальной модели работы предприятия / А.П.Преображенский, О.Н.Чопоров // Наука Красноярья. 2017. Т. 6. № 3-3. С. 183-188.
4. Львович Я.Е. Принятие решений в экспертно-виртуальной среде / Я.Е.Львович, И.Я.Львович / / Воронеж: Издательство: ООО "Издательство "Научная книга" (Воронеж), 2010, 140 с.
5. Львович Я.Е. Формирование оптимизационной модели выбора направлений развития икт в регионе на основе трансформации показателей инфокоммуникационной отрасли / Я.Е.Львович, Д.А.Недосекин // Вестник Воронежского государственного технического университета. 2012. Т. 8. № 4. С. 50-52.
6. Черников С.Ю. Использование системного анализа при управлении организациями / С.Ю.Черников, Р.В.Корольков // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. 2014. № 2 (5). С. 16.
7. Кравцов Д.О. Методика оптимального управления социально-экономической системой на основе механизмов адаптации / Д.О.Кравцов, Ю.П.Преображенский // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2008. № 3. С. 133-134.
8. Кострова В.Н. Оптимизация распределения ресурсов в рамках комплекса общеобразовательных учреждений / В.Н.Кострова, Я.Е.Львович, О.Н.Мосолов // Вестник Воронежского государственного технического университета. 2007. Т. № 8. С. 174-176.
9. Преображенский Ю.П. Разработка методов формализации задач на основе семантической модели предметной области /

- Ю.П.Преображенский // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2008. № 3. С. 075-077.
10. Преображенский А.П. Бережливое производство: основные характеристики / А.П.Преображенский // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2017. № 1 (20). С. 151-153.
11. Зазулин А.В. Особенности построения семантических моделей предметной области / А.В.Зазулин, Ю.П.Преображенский // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2008. № 3. С. 026-028.

D. A. Nedosekin

THE MULTIPLE CHOICE IN THE MANAGEMENT OF DEVELOPING SYSTEMS

*The administration of the Voronezh region,
Voronezh, Russia*

In this paper we consider the problem of developing control related systems (CRS). They affect the way in which development is carried out adjacent to high technology systems. The article focused on the creation of algorithmic procedures, allowing for the management of CRS. The choice of a promising option in the optimization problem comes from the fact that ITT system is a progressive system in the structure of CRS. In procedure identified and described three modules. The block diagram of the algorithmic procedure of control selection boundary conditions for the development of a singly linked system and a block diagram of the algorithmic procedures for the management of reallocation of the financial resource of the base system. Procedure multialternative choice has the character of formalizing expert knowledge in the form of grades compatible promising directions of development of promotion system and can achieve effective interaction of all components connected developing system. The choice of option a valid boundary conditions for the development of information and telecommunication technologies (ITT) in the region is carried out by experts on the basis of a comparison of dominant strategies. Analyzed the sample statistics over a certain period of development component of the ITT in the period that gave opportunity to confirm the performance optimization.

Keywords: decision making, system, multialternative aggregation, optimization, management, model, algorithm.

REFERENCES

1. Bessonova A.A. Upravlenie sotsial'no-ekonomicheskimi sistemami v usloviyakh modernizatsii / A.A. Bessonova, V.V.Dubinin, I.Ya.L'vovich, Zh.I.Lyalina, A.P.Preobrazhenskiy, E.D.Rubinshteyn, M.A.Saltykov, V.N.Filipova, I.V.Filipova // Saratov, Izdatel'stvo: TsPM "Akademiya Biznesa" (Saratov), 2013, 110 p.
2. Preobrazhenskiy A.P. Osobennosti raboty malykh predpriyatiy / A.P. Preobrazhenskiy, O.N. Choporov // Nauka Krasnoyar'ya. 2017. Vol. 6. No. 3-3. pp. 178-182.

3. Preobrazhenskiy A.P. Postroenie mnogokriterial'noy modeli raboty predpriyatiya / A.P.Preobrazhenskiy, O.N.Choporov // Nauka Krasnoyar'ya. 2017. T. 6. No. 3-3. pp. 183-188.
4. L'vovich Ya.E. Prinyatie resheniy v ekspertno-virtual'noy srede / Ya.E.L'vovich, I.Ya.L'vovich // Voronezh: Izdatel'stvo: OOO "Izdatel'stvo "Nauchnaya kniga" (Voronezh), 2010, 140 p.
5. L'vovich Ya.E. Formirovanie optimizatsionnoy modeli vybora napravleniy razvitiya ikt v regione na osnove transformatsii pokazateley infokommunikatsionnoy otrasli / Ya.E.L'vovich, D.A.Nedosekin // Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta. 2012. Vol. 8. No. 4. pp. 50-52.
6. Chernikov S.Yu. Ispol'zovanie sistemnogo analiza pri upravlenii organizatsiyami / S.Yu.Chernikov, R.V.Korol'kov // Modelirovanie, optimizatsiya i informatsionnye tekhnologii. 2014. No. 2 (5). pp. 16.
7. Kravtsov D.O. Metodika optimal'nogo upravleniya sotsial'no-ekonomicheskoy sistemoy na osnove mekhanizmov adaptatsii / D.O.Kravtsov, Yu.P.Preobrazhenskiy // Vestnik Voronezhskogo instituta vysokikh tekhnologiy. 2008. No. 3. pp. 133-134.
8. Kostrova V.N. Optimizatsiya raspredeleniya resursov v ramkakh kompleksa obshcheobrazovatel'nykh uchrezhdeniy / V.N.Kostrova, Ya.E.L'vovich, O.N.Mosolov // Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta. 2007. T. No. 8. pp. 174-176.
9. Preobrazhenskiy Yu.P. Razrabotka metodov formalizatsii zadach na osnove semanticheskoy modeli predmetnoy oblasti / Yu.P.Preobrazhenskiy // Vestnik Voronezhskogo instituta vysokikh tekhnologiy. 2008. No. 3. pp. 075-077.
10. Preobrazhenskiy A.P. Berezhlivoe proizvodstvo: osnovnye kharakteristiki / A.P.Preobrazhenskiy // Vestnik Voronezhskogo instituta vysokikh tekhnologiy. 2017. No. 1 (20). pp. 151-153.
11. Zazulin A.V. Osobennosti postroeniya semanticheskikh modeley predmetnoy oblasti / A.V.Zazulin, Yu.P.Preobrazhenskiy // Vestnik Voronezhskogo instituta vysokikh tekhnologiy. 2008. No. 3. pp. 026-028.