

УДК 681.3

Д.А. Недосекин

**МОДУЛЬНАЯ СТРУКТУРА СИСТЕМЫ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ И
ЕЕ РЕАЛИЗАЦИЯ НА ОСНОВЕ МОДЕЛЕЙ
МНОГОАЛЬТЕРНАТИВНОЙ ОПТИМИЗАЦИИ
РАЗВИВАЮЩИХСЯ СЕТЕЙ**

Администрация Воронежской области, Воронеж, Россия

Актуальность исследования обусловлена тем, что эффективность основных систем жизнедеятельности заметным образом зависит от того, как развиваются содействующие им высокотехнологичные технологические системы (например, оборудование радиотелефонной связи, оборудование цифрового телевидения, оборудование для 3G, 4G-технологий). При многоаспектном взаимодействии между ними идет образование связанных развивающихся систем (СРС) (к которым, например, относится информационно-телекоммуникационная компьютерная сеть). Данная статья направлена на выявление роли инфокоммуникационной технологии (ИКТ) как содействующей в структуре СРС и на оценку возможности повышения эффективности управления ею на основе моделей и алгоритмов многоальтернативной агрегации. Ведущим подходом к исследованию данной проблемы является использование компонентов математического обеспечения, позволяющих комплексным образом рассмотреть оптимизационные задачи многоальтернативной агрегации при управлении классами СРС. В статье представлены структура СРС и структура системы принятия решений при управлении СРС. Процедуры формирования оптимизационных задач многоальтернативной агрегации основной и содействующих систем отличаются способом введения альтернативных переменных через многоступенчатую зависимость критериев и ограничений и позволяют перейти к алгоритмизации поиска максимальной эффективности развития связанной системы при выполнении граничных условий распределения финансового ресурса. Материалы статьи представляют практическую ценность для специалистов, которые будут эффективным образом проводить выбор перспективных направлений по развитию ИКТ.

Ключевые слова: принятие решений, система, многоальтернативная агрегация, оптимизация, управление организацией, моделирование систем, алгоритм.

Введение. На современном этапе интенсификация использования инфокоммуникационных технологий (ИКТ) с переходом к информационному обществу содействует развитию единой системы жизнедеятельности в регионе.

Для адекватного описания этого процесса различными исследователями предложено использовать понятие связанной развивающейся системы (СРС) (к которым, например, относится информационно-телекоммуникационная компьютерная сеть). Под такой системой понимается совокупность основной и содействующих систем (например, оборудование радиотелефонной связи, оборудование цифрового телевидения, оборудование для 3G, 4G-технологий), агрегируемых в организационное целое для достижения заданных целей

путем управления варьированием стратегиями (направлениями) развития и граничными требованиями к их реализации [1-3].

Для выбора оптимального варианта развития высокотехнологичных систем необходимо обеспечивать ресурсами определенные задачи:

1. Проведение цифровизации телефонных сетей общего доступа, что ведет к существенному улучшению качества связи.

2. Расширение зоны покрытия подвижных радиотелефонных видов связи, что позволит довести элементы современного коммуникационного сервиса до многих жителей Воронежской области.

3. Использование на практике новых технологий, например 3G и 4G, что позволит обеспечивать существенный скачок в характеристиках сервисов связи.

4. Внедрение в жизнь телекоммуникационных проектов, которые основываются на принципах государственно-частного партнерства.

5. Расширение участия региона в различных федеральных проектах, которые относятся к применению цифрового телевидения, развитию универсальных услуг связи.

Цель данной работы заключается в анализе путей повышения эффективности управления СРС, а также в формировании системы принятия решений при управлении СРС.

Анализ эффективности СРС. Нами предлагается проводить анализ множества направлений развития основной системы $w = \overline{1, W}$ и содействующих систем $r_q = \overline{1, R_q}$, $q = \overline{1, Q}$. Заданные цели, которые необходимо достичь в течение периода развития T , определяются показателями эффективности $F_i(T)$, $i = \overline{1, I}$.

Последние зависят от выбора варианта развития основной и $r_q = \overline{1, R_q}$, $q = \overline{1, Q}$ и содействующих систем, которые характеризуются параметрами $U_n(w)$, $n = \overline{1, N_w}$ и $U_n(r_q)$, $n = \overline{1, N_{r_q}}$.

Граничные требования определяются варьируемыми условиями распределения финансового ресурса основной системы Z^{don} для развития в течении T содействующих систем Z_q^{don} , $q = \overline{1, Q}$.

Каждый вариант агрегации w и r_q приводит к определенному варианту СРС S_l , $l = \overline{1, L}$ с показателями $F_{i_l} = F_{i_l}(w, r_q)$, а, в конечном счете, $F_{i_l} = F_{i_l}(U_n(w), U_n(r_q))$. Структура СРС с варьируемыми структурными элементами основной и содействующих систем приведена на Рисунке 1.

При этом в зависимости от числа содействующих систем СРС разделяются на 2 подкласса: односвязанных ($q = 1$) и многосвязанных ($q > 1$).

Необходимость оптимизационного подхода к управлению СРС обоснована следующими причинами:

- зависимостью максимального уровня эффективности СРС от распределения финансового ресурса основной системы для развития содействующих систем;
- вариативностью вариантов стратегий развития содействующих систем.

Адекватным математическим аппаратом для принятия решений при управлении оптимальным выбором на множестве альтернативных вариантов направлений развития основной и содействующих систем при заданных целях развития СРС являются модели и алгоритмы многоальтернативной агрегации при условии их ориентации на особенности исследуемого класса систем [4].

Перейдем к формированию структуры системы принятия решения (СПР) при управлении СРС и описанию компонентов ее математического обеспечения. СПР рассматривается как основной инструмент управления СРС на стратегическом уровне с использованием формализованной и экспертной информации (Рисунок 2).

Первая группа процедур, входящих в математическое обеспечение СПР, связана с использованием расчетных алгоритмов определения показателей $F_{i_i} = F_{i_i}(U_n(w), U_n(r_q))$, $i = \overline{1, I}$, отраженных для основной и содействующих систем в типовых методиках, и с формированием на их основе базовых оптимизационных задач для двух подклассов СРС.

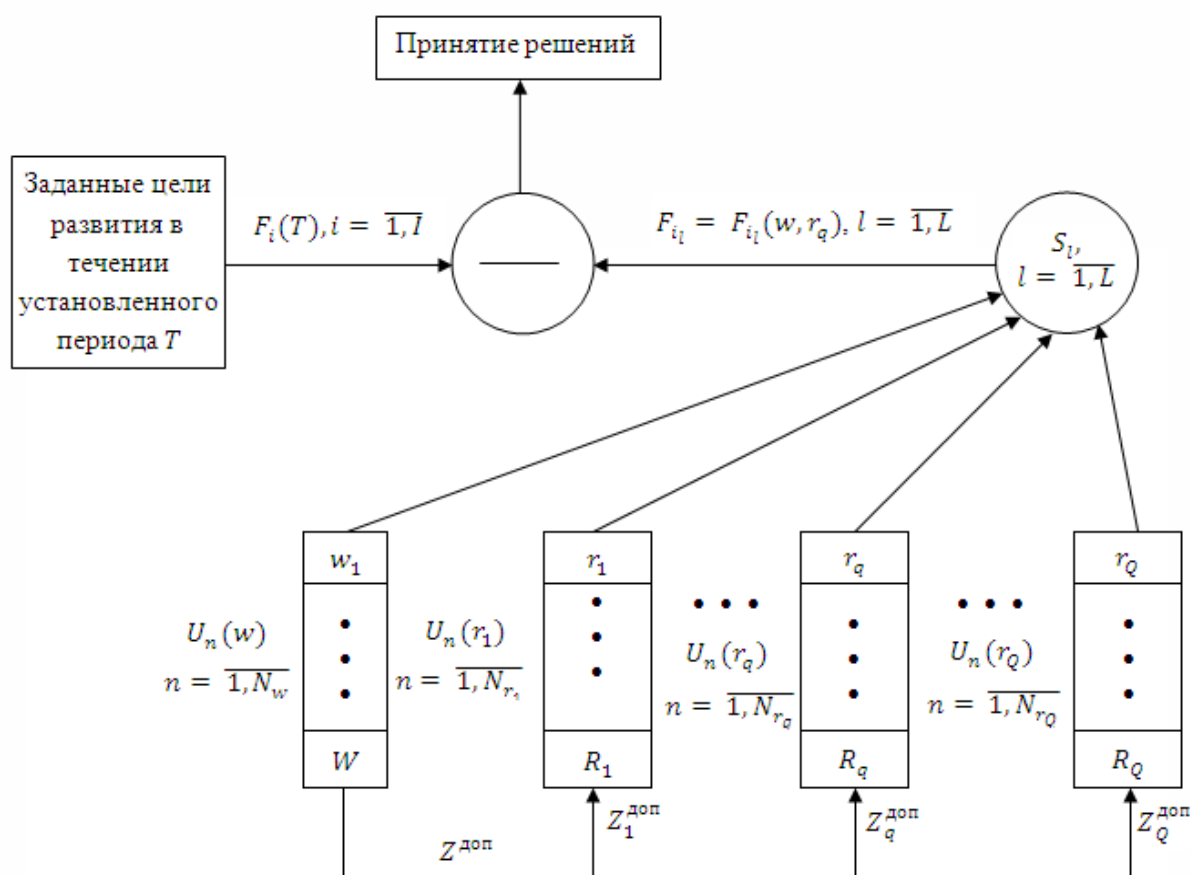


Рисунок 1- Структура связанной развивающейся системы

Однако прямое решение этих задач оптимизации с использованием известных алгоритмов рандомизированного поиска [5] не учитывает многоальтернативный выбор по всем составляющим управления, связанным с одновременным варьированием вариантами направлений развития и граничными условиями распределения финансового ресурса [6-8].

Поэтому вторую группу представляют многомодульные алгоритмические процедуры выбора рационального варианта управления, включающие помимо известного модуля формирования множества перспективных вариантов [9, 10] по результатам рандомизированного поиска предварительный модуль трансформации базовых оптимизационных задач и завершающий модуль принятия окончательного решения с использованием экспертной информации.

Формирование структуры принятия решений. Процедуры формирования базовых оптимизационных задач управления СРС конкретизированы для случая, когда в качестве содействующей рассмотрена инфокоммуникационная система, эффективность влияния которой на основную систему определяется индексом готовности региона к информационному обществу – d .

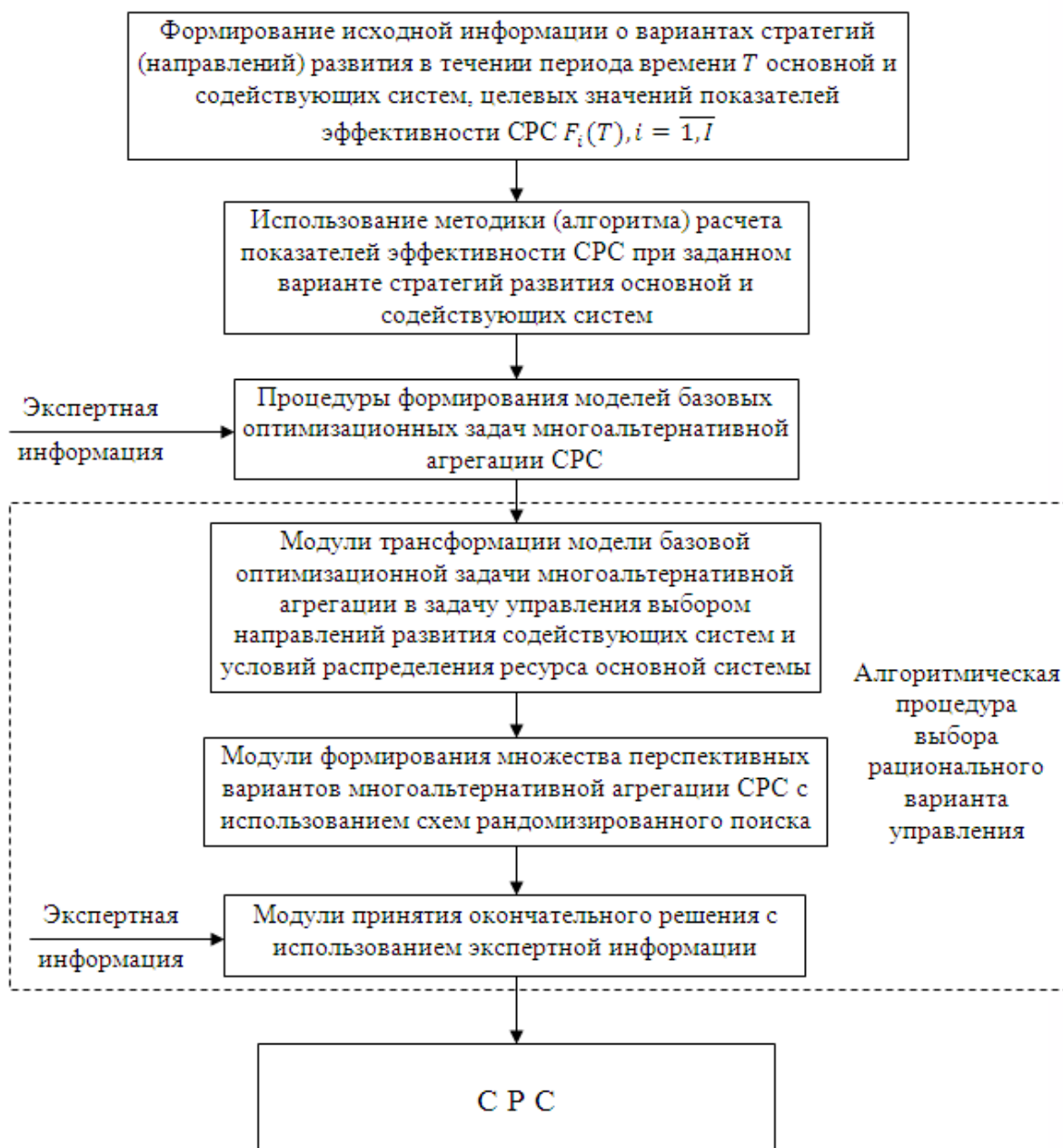


Рисунок 2 - Структура системы принятия решений при управлении СРС

Рекомендуемый алгоритм расчета индекса d - следующий. На первом этапе определяются индексы $d_{l_1}, l_1 = \overline{1, L_1}$, связанные с развитием ИКТ как содействующей системы, $d_{l_2}, l_2 = \overline{1, L_2}$, связанные с использованием ИКТ для развития основной системы, которые вычисляются на основе количественных параметров $U_n, n = \overline{1, N}$, характеризующих использование Интернета, компьютерной техники, локальных вычислительных сетей, телефонии

$$d_{l_1} = \psi_{l_1}(U_n), l_1 = \overline{1, L_1}, d_{l_2} = \psi_{l_2}(U_n), l_2 = \overline{1, L_2}, \quad (1)$$

где $\psi_{l_1}(\cdot), \psi_{l_2}(\cdot)$ – обозначения расчетной процедуры первого этапа. На следующем этапе расчетным путем определяются индексы-компоненты: d_1 , характеризующий развитие содействующей системы, d_2 , характеризующий использование ИКТ для развития основной системы $d_1 = \varphi_1(d_{l_1}), d_2 = \varphi_2(d_{l_2})$, где $\varphi_1(\cdot), \varphi_2(\cdot)$ – обозначение расчетной процедуры второго этапа. Окончательно определяется индекс готовности региона к информационному обществу $d = \varphi(d_1, d_2)$, где $\varphi(\cdot)$ – обозначение расчетной процедуры третьего этапа.

Переход к СРС при $q > 1$, в частности, при $q = 2$ путем включения новой содействующей системы r_2 требует построения двухэтапной процедуры формирования модели оптимизационной задачи многоальтернативной агрегации:

- на первом этапе необходимо оптимально распределить ресурс $Z^{\text{доп}}$ между r_1 и r_2 на две составляющие $Z_1^{\text{доп}}$ и $Z_2^{\text{доп}}$;
- на втором – выбрать вариант стратегии (направления) развития r^2 , исходя из $Z_2^{\text{доп}}$ и ограничений на показатели программы $F_{2i}^{np}, i = \overline{1, I}$.

Поскольку включение системы r_2 , происходит на временном интервале T развития системы r_1 , для оптимизационной задачи сохраним критерий первой инфокоммуникационной системы d – индекс готовности к информационному обществу,

$$d = \varphi_1 \left(\Psi_{l_1} \left(U_{1n} (x_{1j}, v_s) \right) \right), \varphi_2 \left(\Psi_{l_2} \left(U_{1n} (x_{1j}, v_s) \right) \right), \quad (2)$$

где U_{1n} – параметры первой системы r_1 , v_s , – множество $s = \overline{1, S}$ альтернативных переменных, характеризующих дискретные значения коэффициентов распределения финансового ресурса $Z^{\text{доп}}$.

При этом на вторую систему надо выделить такой ресурс, удовлетворяющий следующему условию:

$$Z^{\text{доп}}(v_s) \geq Z^{\text{нор}}, \quad (3)$$

где $Z^{\text{нор}}$ – пороговый уровень ресурса.

Нами рассмотрены процедуры формирования оптимизационных задач многоальтернативной агрегации, соответствующие этим этапам.

Оптимизационная задача первого этапа имеет вид:

$$\varphi \left(\varphi_1 \left(\Psi_{l_1} \left(U_{1n} (x_{1j}, v_s) \right) \right), \varphi_2 \left(\Psi_{l_2} \left(U_{1n} (x_{1j}, v_s) \right) \right) \right) \rightarrow \max, \quad (4)$$

$$Z^{\text{доп}}(v_s) \geq Z^{\text{нор}},$$

$$\sum_{m=1}^M \sum_{j=1}^J z_{jm} \left(U_{1n}(x_{1j}, v_s) \right) \leq Z^{\text{доп}}$$

$$F_i \left(U_{1n}(x_{1j}) \right) \leq F_i^{\text{нор}}, i = \overline{1, I},$$

$$x_{1j} = \begin{cases} 1, & j = \overline{1, J_1} \\ 0, & j = \overline{1, J_2} \end{cases}, \quad v_s = \begin{cases} 1, & s = \overline{1, S} \\ 0, & s = \overline{1, S} \end{cases}.$$

На втором этапе, при определенных $x_{1j}^*, j = \overline{1, J_1}$ и $v_s^*, s = \overline{1, S}$, оптимизационная задача многоальтернативной агрегации модель на множестве переменных

$$x_{2j} = \begin{cases} 1, & \text{если выбирается } j - \text{е направление} \\ & \text{развития содействующей системы } r_2, \\ 0, & \text{в противном случае} \end{cases}, \quad j = \overline{1, J_2} \quad (5)$$

записывается следующим образом

$$d_2 = \varphi \left(U_{2n}(x_{2j}) \right) \rightarrow \max, \\ \sum_{m=1}^M \sum_{j=1}^{J_2} z_{jm} \left(U_{2n}(x_{2j}, v_s^*) \right) Z^{\text{дон}}, \\ F_i \left(U_{2n}(x_{2j}) \right) F_i^{\text{нр}} \quad (6) \\ x_{1j} = \begin{cases} 1, \\ 0 \end{cases}, \quad j = \overline{1, J_1}$$

где U_{2n} - параметры содействующей системы r^2 .

Выводы. В работе рассмотрена задача оптимизации СРС, возникающих при взаимодействии высокотехнологичных технологических систем. В статье дана структура СРС и структура системы принятия решений при управлении СРС. Исходя из приведенных результатов, процедуры формирования оптимизационных задач многоальтернативной агрегации основной и содействующих систем отличаются способом введения альтернативных переменных через многоступенчатую зависимость критериев и ограничений и позволяют перейти к алгоритмизации поиска максимальной эффективности развития связанной системы при выполнении граничных условий распределения финансового ресурса.

ЛИТЕРАТУРА

1. Комаристый Д.П. Задачи, связанные с управлением производительностью труда / Д.П.Комаристый, А.М.Агафонов, А.П.Степанчук, П.С.Коркин // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2017. № 2(21). С. 199-201.
2. Толстых С.М. Управление развитием образовательных организаций / С.М.Толстых, А.Г. Юрочкин // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2017. № 2(21). С. 157-160.

3. Преображенский А.П. Управление инновационными процессами в образовательных организациях / А.П.Преображенский, О.Н.Чопоров // Современные исследования социальных проблем (электронный научный журнал). 2017. Т. 8. № 4-2. С. 252-256.
4. Львович Я.Е. Многоальтернативная оптимизация: теория и приложения / Я. Е. Львович / Воронеж, 2006, Издательство "Научная книга", 415с.
5. Львович Я.Е. Принятие решений в экспертно-виртуальной среде / Я.Е.Львович, И.Я.Львович // Воронеж, Издательство "Научная книга", 2010, 140 с.
6. Преображенский Ю.П. Формулировка и классификация задач оптимального управления производственными объектами / Ю.П.Преображенский, Р.Ю.Паневин // Вестник Воронежского государственного технического университета. 2010. Т. 6. № 5. С. 99-102.
7. Лисицкий Д.С. Построение имитационной модели социально-экономической системы / Д.С.Лисицкий, Ю.П.Преображенский // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2008. № 3. С. 135-136.
8. Зяблов Е.Л. Построение объектно-семантической модели системы управления / Е.Л.Зяблов, Ю.П.Преображенский // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2008. № 3. С. 029-030.
9. Гостева Н.Н. О возможности увеличения эффективности производства / Н.Н.Гостева, А.В.Гусев // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2017. № 1(20). С. 76-78.
10. Гостева Н.Н. Возможности использования новых технологий в производстве / Н.Н.Гостева, А.В.Гусев // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2017. № 1(20). С. 79-81.

D. A. Nedosekin

**THE MODULAR STRUCTURE OF THE SYSTEM OF DECISION-
MAKING AND ITS IMPLEMENTATION ON THE BASIS OF MODELS
OF MULTIALTERNATIVE OPTIMIZATION, DEVELOPING
NETWORKS**

The administration of the Voronezh region ,Voronezh, Russia

The research urgency is caused by the fact that for the present stage the efficiency of the development of the basic systems of life significantly depends on the development of supportive high-tech technological system (e.g., radio telephone communication equipment, digital television equipment, equipment for 3G, 4G technologies). In the multifaceted interaction between them is education related to developing systems (DS). In this regard, this

article aims to identify the role of information and communication systems (ICS) (which, for example, is information-telecommunication computer network) as contributing to the structure of DS and assess the possibility of increasing the efficiency of its management on the basis of models and algorithms of multialternative aggregation. A leading approach to the study of this problem is the use of components of mathematical software that enables holistically consider optimization problems of the multialternative aggregation when managing classes of DS. The article presents the structure of the DS and the structure of the system of decision-making in the management of DS. The procedure of forming the multialternative optimization problems of aggregation of primary and enabling systems differ in the way the introduction of alternative variables through multi-dependency of criteria and constraints and allow us to start the algorithm performance find the maximum efficiency of the development of the coupled system when performing boundary conditions for the distribution of financial resource. The materials of the article are of practical value to professionals who are effective way to choose promising areas of ICS development.

Keywords: decision making, system, multialternative aggregation, optimization, control of organization, system simulation, algorithm.

REFERENCES

1. Komaristyy D.P. Zadachi, svyazannye s upravleniem proizvoditel'nost'yu truda / D.P.Komaristyy, A.M.Agafonov, A.P.Stepanchuk, P.S.Korkin // Vestnik Voronezhskogo instituta vysokikh tekhnologiy. 2017. No. 2(21). pp.199-201.
2. Tolstykh S.M. Upravlenie razvitiem obrazovatel'nykh organizatsiy / S.M.Tolstykh, A.G. Yurochkin // Vestnik Voronezhskogo instituta vysokikh tekhnologiy. 2017. No. 2(21). pp.157-160.
3. Preobrazhenskiy A.P. Upravlenie innovatsionnymi protsessami v obrazovatel'nykh organizatsiyakh / A.P.Preobrazhenskiy, O.N.Choporov // Sovremennye issledovaniya sotsial'nykh problem (elektronnyy nauchnyy zhurnal). 2017. Vol.8. No. 4-2. pp.252-256.
4. L'vovich Ya.E. Mnogoal'ternativnaya optimizatsiya: teoriya i prilozheniya / Ya. E. L'vovich / Voronezh, 2006, Izdatel'stvo "Nauchnaya kniga", 415p.
5. L'vovich Ya.E. Prinyatie resheniy v ekspertno-virtual'noy srede / Ya.E.L'vovich, I.Ya.L'vovich // Voronezh, Izdatel'stvo "Nauchnaya kniga", 2010, 140 s.
6. Preobrazhenskiy Yu.P. Formulirovka i klassifikatsiya zadach optimal'nogo upravleniya proizvodstvennymi ob'ektami / Yu.P.Preobrazhenskiy, R.Yu.Panevin // Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta. 2010. Vol.6. No. 5. pp.99-102.
7. Lisitskiy D.S. Postroenie imitatsionnoy modeli sotsial'no-ekonomicheskoy sistemy / D.S.Lisitskiy, Yu.P.Preobrazhenskiy // Vestnik Voronezhskogo instituta vysokikh tekhnologiy. 2008. No. 3. pp.135-136.

8. Zyablov E.L. Postroenie ob"ektno-semanticheskoy modeli sistemy upravleniya / E.L.Zyablov, Yu.P.Preobrazhenskiy // Vestnik Voronezhskogo instituta vysokikh tekhnologiy. 2008. No. 3. pp.029-030.
9. Gosteva N.N. O vozmozhnosti uvelicheniya effektivnosti proizvodstva / N.N.Gosteva, A.V.Gusev // Vestnik Voronezhskogo instituta vysokikh tekhnologiy. 2017. No. 1(20). pp.76-78.
10. Gosteva N.N. Vozmozhnosti ispol'zovaniya novykh tekhnologiy v proizvodstve / N.N.Gosteva, A.V.Gusev // Vestnik Voronezhskogo instituta vysokikh tekhnologiy. 2017. No. 1(20). pp.79-81.