

Алгоритм принятия управленческих решений при межобъектном распределении...

3. Conversion rate / Marketing Terms.com – Digital Marketing Resource [Digital Resource]. – URL: [https://www.marketingterms.com/dictionary/conversion\\_rate/](https://www.marketingterms.com/dictionary/conversion_rate/) (Date of Application: 12.01.2021).
4. Hopkins J, Turner J. Go Mobile: Location-Based Marketing, Apps, Mobile Optimized Ad Campaigns, 2D Codes and Other Mobile Strategies to Grow Your Business. Hoboken: John Wiley & Sons, 2012. 256 p.

#### Literatura

1. 1С-Start. Chto dolzhen znat' rukovoditel' o voronke prodazh / 1С-start [Elektronnyj resurs]. – URL: <https://www.regberry.ru/malyy-biznes/voronka-prodazh> (data obrashcheniya: 12.01.2021).
2. Skvortsova I. Skvoznaya analitika na zashchite effektivnykh reshenij: prezentatsiya / Den' skvoznoj analitiki: III ezhegodnaya konferentsiya – prezentatsii [Elektronnyj resurs]. – URL: <https://drive.google.com/drive/folders/1CmpbSRMV14gQeZP4g2AtJOtDdQmnFoDg> (data obrashcheniya: 12.01.2021).
3. Conversion rate / Marketing Terms.com – Digital Marketing Resource [Digital Resource]. – URL: [https://www.marketingterms.com/dictionary/conversion\\_rate/](https://www.marketingterms.com/dictionary/conversion_rate/) (Date of Application: 12.01.2021).
4. Hopkins J, Turner J. Go Mobile: Location-Based Marketing, Apps, Mobile Optimized Ad Campaigns, 2D Codes and Other Mobile Strategies to Grow Your Business. Hoboken: John Wiley & Sons, 2012. 256 p.

DOI: 10.25586/RNUV9187.21.01.P.075

УДК 681.3

М.А. Болгова, Я.Е. Львович, О.Н. Чопоров

### АЛГОРИТМ ПРИНЯТИЯ УПРАВЛЕНЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ ПРИ МЕЖОБЪЕКТНОМ РАСПРЕДЕЛЕНИИ РЕСУРСНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ В УСЛОВИЯХ РЕАЛИЗАЦИИ СТРАТЕГИИ ЛИДЕРСТВА В СЕТЕВОЙ ОРГАНИЗАЦИОННОЙ СИСТЕМЕ

Рассматривается задача алгоритмизации процесса принятия управленческих решений при определении доли интегрального ресурсного обеспечения для перемещения объектов между классами с целью реализации стратегии лидерства в сетевой организационной системе. При управлении ресурсами для перемещения объектов, не вошедших в топовые классы, с целью улучшения их позиции в рамках классификационной упорядоченности в первую очередь формируется множество объектов-претендентов. В этом случае используется ретроспективная информация о значениях показателей эффективности функционирования объектов для прогнозного оценивания возможности улучшения ранговой позиции на основе машинного обучения классификационной модели. Эти оценки позволяют определить необходимые параметры для построения оптимизационной модели булевого программирования. Последующие этапы алгоритма включают в себя построение итерационной схемы направленного рандомизированного поиска, формирование редуцированной группы особей для применения генетического алгоритма и экспертный выбор окончательного управленческого решения на основе рангового упорядочения дочерних особей.

*Ключевые слова:* сетевая организационная система, управление, машинное обучение, оптимизационное моделирование, генетический алгоритм, экспертное оценивание.

М.А. Bolgova, Ya.E. L'vovich, O.N. Choporov

ALGORITHM FOR MAKING MANAGEMENT DECISIONS WITH  
INTER-OBJECT DISTRIBUTION OF RESOURCE SUPPLY UNDER THE  
CONDITIONS OF IMPLEMENTATION OF THE LEADERSHIP STRATEGY  
IN THE NETWORK ORGANIZATIONAL SYSTEM

The problem of algorithmicization of the process of making managerial decisions is considered when determining the share of integral resource provision for moving objects between classes in order to implement a leadership strategy in a network organizational system. When managing resources to move objects that are not included in the top classes, in order to improve their position within the framework of the classification ordering, first of all, a set of candidate objects is formed. In this case, retrospective information about the values of the performance indicators of the objects is used for predictive estimation of the possibility of improving the rank position based on machine learning of the classification model. These estimates make it possible to determine the necessary parameters for constructing an optimization model of Boolean programming. Subsequent stages of the algorithm include the construction of an iterative scheme of directed randomized search, the formation of a reduction group of individuals for the application of the genetic algorithm, and an expert selection of the final management decision based on the rank ordering of daughter individuals.

*Keywords:* network organizational system, management, machine learning, optimization modeling, genetic algorithm, expert assessment.

*Вводные замечания*

На современном этапе характерным трендом в развитии социальных и экономических систем является переход к управлению ими на основе стратегии лидерства [1, 2]. Эта тенденция нашла широкое распространение в случае объединения однородных объектов образования, банковского сектора, индустрии туризма, торговли в сетевые организационные системы. При этом управляющий центр сети определяет цели управления в соответствии с принятой стратегией лидерства и стимулирует их выполнение объектами системы путем выделения целевого ресурсного обеспечения. При ограниченном ресурсе на реализацию программ развития распределение ресурсного обеспечения синхронизируется с выбором объектов, потенциально соответствующих ведущим позициям в выполнении условий управляющего центра.

В связи с этим требуется разработка проблемно ориентированных моделей прогнозирования и алгоритмов управления с учетом вариативности:

- механизмов структурной трансформации, связанных с выбором условий, определяющих классификационную упорядоченность объектов, перемещением на более высокие лидерские позиции между классами и внутри классов, поглощением объектами-лидерами объектов, занимающих более низкую позицию;
- схем распределения целевого ресурсного обеспечения на реализацию механизмов структурной трансформации.

При этом возникает необходимость в алгоритмизации двух механизмов управления [3]:

- межобъектное распределение ресурсного обеспечения;
- внутриобъектное распределение ресурсного обеспечения [6].

Алгоритм принятия управленческих решений при межобъектном распределении...

Алгоритм управления межобъектным распределением ресурсного обеспечения построим с учетом оптимизационного моделирования механизма перемещения объектов между классами и внутри классов в процессе ранговой и редукционной трансформации.

*Алгоритм принятия управленческих решений при перемещении объектов в топовые классы*

Начнем с многоэтапного управления перемещением объектов из классов  $m > M_1$  в топовые классы  $m_1 = \overline{1, M_1}$  на основе классификационной упорядоченности.

*Этап 1.* Формирование на основе оценок экспертов нумерационного множества объектов-претендентов из классов  $m > M_1$ , перемещаемых в классы  $m_1 = \overline{1, M_1}$ :

– структуризация информации для обучающей выборки при построении модели классификатора объектов по имеющимся данным за календарный период  $t = T$  об отношении каждого объекта, входящего в топовые классы, и выборочного множества объектов, не вошедших в топовые классы:

$$y_{ij_{m_1}}(T), i_{m_1} = \overline{1, I_{m_1}}, j_{m_1} = \overline{1, J_{m_1}}, m_1 = \overline{1, M_1},$$

$$y_{ij_{(M_1+1)}}(T), i_{(M_1+1)} = \overline{1, I_{(M_1+1)}}, j_{(M_1+1)} = \overline{1, J_{(M_1+1)}};$$

- выбор алгоритма обучения классификатора по значениям показателей объектов и их принадлежности к определенному классу;
- обучение модели классификатора на основе машинного обучения;
- структуризация временных рядов значений показателей объектов, определенных управляющим центром, на переход в топовые классы;
- построение прогностических оценок показателей этих объектов для календарного периода  $t_1 = T + 1$ ;
- прогнозирование с использованием обученной классификационной модели и прогностических оценок показателей возможности объекта войти в топовый класс;
- окончательное формирование нумерационных множеств  $i_{m_1} = \overline{1, I_{m_1}}$  для реализации процесса ранговой трансформации;
- экспертная оценка объема целевого ресурсного обеспечения для перемещения объектов  $i_{m_1}$  в топовые классы:

$$V_{i_{m_1}}^{j_{m_1}, 0}, i_{m_1} = \overline{1, I_{m_1}}, m_1 = \overline{1, M_1}.$$

*Этап 2.* Формирование дополнительных данных для построения оптимизационной модели булевого программирования [5]:

– среднего уровня показателей топовых классов за календарный период  $t = T$ :

$$\bar{y}_{j_{m_1}} = \frac{\sum_{i_{m_1}=1}^{I_{m_1}} y_{ij_{m_1}}(T)}{J_{m_1}}, j_{m_1} = \overline{1, J_{m_1}};$$

- коэффициентов соответствия показателей перемещаемых объектов среднему уровню показателей классов  $m_1 = \overline{1, M_1}$ ;
- объема ресурсного обеспечения, планируемого управляющим центром на распределение множества объектов-лидеров –  $V^\Delta$ .

## Информационные технологии и оптимизация управления

Этап 3. Переход к рандомизированной постановке и решению оптимизационной задачи:

– рандомизация булевых переменных:

$$\begin{aligned} p_{x_{i_{m_1}}} &= P(x_{i_{m_1}} = 1), q_{x_{i_{m_1}}} = P(x_{i_{m_1}} = 0), \\ p_{x_{i_{m_1}}} + q_{x_{i_{m_1}}} &= 1; \end{aligned} \quad (1)$$

– рандомизация дискретных переменных для покоординатного поиска:

$$p_{i_{m_1}} = P(\tilde{i}_{1_{m_1}} = i_{1_{m_1}}), \sum_{i_{m_1}=1}^{I_{1_{m_1}}} p_{i_{m_1}} = 1; \quad (2)$$

– установление начальных значений вероятностей на первом шаге итерации  $k = 1$ :

$$p_{x_{i_{m_1}}}^1 = 0,5, p_{i_{m_1}}^1 = \frac{1}{I_{1_{m_1}}}, i_{1_{m_1}} = \overline{1, I_{1_{m_1}}},$$

– вычисление вариации оптимизируемой функции  $\tilde{\Delta}^k \varphi$  [6],

где

$$\begin{aligned} \varphi(x_{i_{m_1}}) &= \sum_{m_1=1}^{M_1} \sum_{i_{m_1}=1}^{I_{1_{m_1}}} \sum_{j_{m_1}}^{J_{m_1}} a_{1_{j_{m_1}}} x_{i_{m_1}} + \\ &+ \lambda (V^l - \sum_{m_1=1}^{M_1} \sum_{i_{m_1}=1}^{I_{1_{m_1}}} V_{i_{m_1}}^0 x_{i_{m_1}}), \end{aligned} \quad (3)$$

– коррекция значений вероятностей (1), (2) на  $(k + 1)$ -й итерации в соответствии с вариацией (3).

Этап 4. Применение генетического алгоритма [7]:

– формирование множества особей  $x_r, r = \overline{1, R}$ ;

– построение редуccionной группы особей по условию  $\mu(X_r) \geq \bar{\mu}$ ,

где  $\bar{\mu}$  – средняя степень приспособленности,

$$\bar{\mu} = \frac{1}{R} \sum_{r=1}^R \mu(X_r);$$

– случайный выбор из репродукционной группы родительской пары  $X_{r_1}, X_{r_2}$ ;

– реализация положительного асортативного скрещивания.

Этап 5. Экспертный выбор окончательного управленческого решения на основе рангового упорядочения дочерних особей группой экспертов [6].

Структурная схема алгоритма управления межобъектным распределением ресурсного обеспечения при реализации процесса ранговой трансформации приведена на рисунке 1.

*Алгоритм принятия управленческих решений при редуccionной трансформации организационной системы*

Для реализации алгоритма формируются два множества:

- объектов-аутсайдеров  $i_M = \overline{1, M}$ ;
- объектов-лидеров  $i_{m_1}^1 = \overline{1, I_{m_1}^1}, m_1 = \overline{1, M_1}$ .

Алгоритм управления направлен на выбор пары объектов для реализации процесса редуccionной трансформации в рамках территориального кластера, синхронизированный с распределениями целевого ресурсного обеспечения.

Алгоритм принятия управленческих решений при межобъектном распределении...

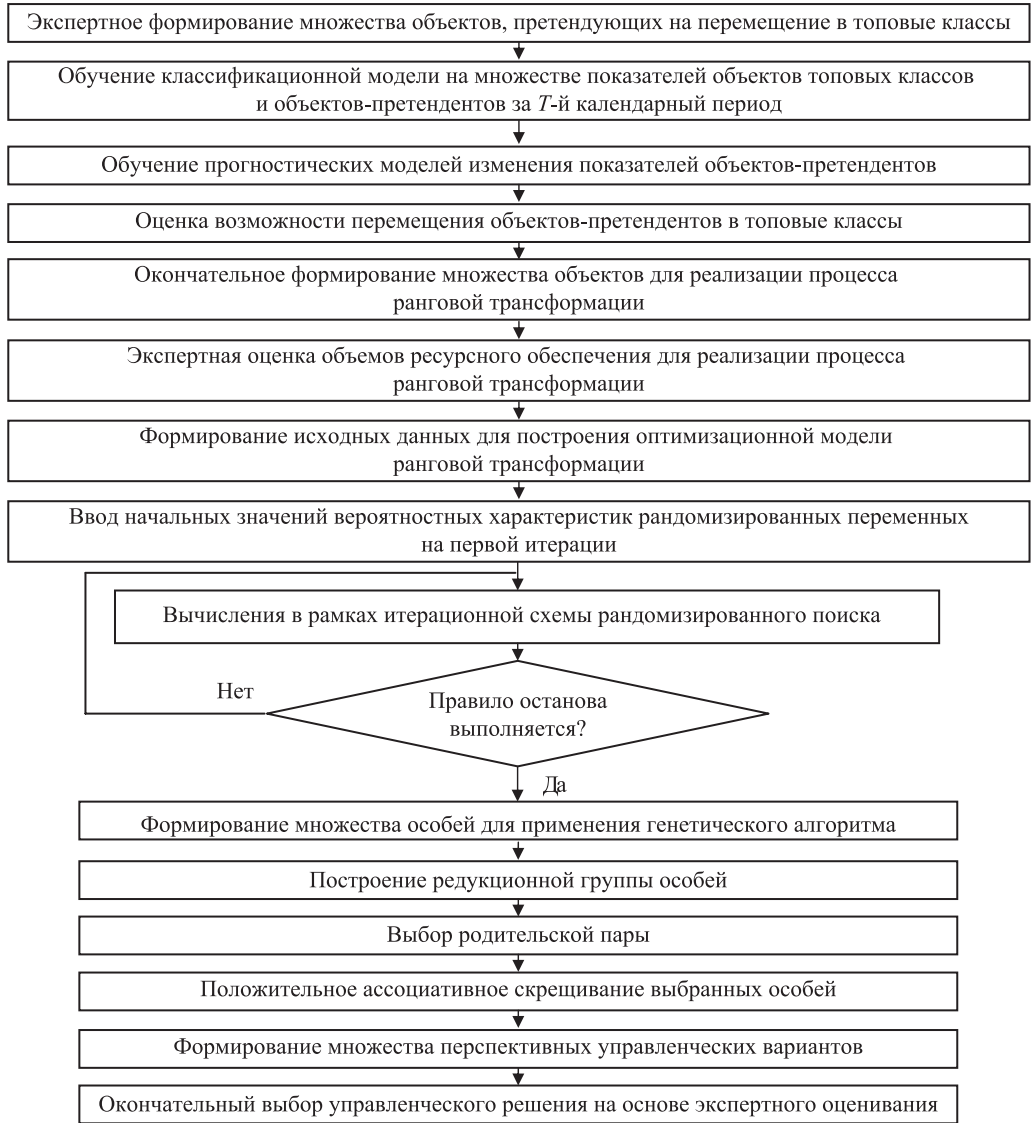


Рис. 1. Структурная схема алгоритма управления межобъектным распределением ресурсного обеспечения при реализации процесса ранговой трансформации

Этап 1. Формирование исходных данных для оптимизационного моделирования:

– структуризация данных о геолокации объектов редуцированной трансформации:

$$(a_{i^1_M}, b_{i^1_M}), i^1_M = \overline{1, I^1_M},$$

$$(a_{i^1_{m_1}}, b_{i^1_{m_1}}), i^1_{m_1} = \overline{1, I^1_{m_1}}, m_1 = \overline{1, M_1};$$

– экспертный выбор координат центров территориальных кластеров:

$$(a_d, b_d), d = \overline{1, D};$$

## Информационные технологии и оптимизация управления

– формирование матриц расстояния объектов до центра кластера:

$$\|C_{i^1 M d}\|, \|C_{i^1 m_1 d}\|, m_1 = \overline{1, M_1}.$$

Остальные этапы аналогичны этапам 3–5 предыдущего алгоритма.

Отличие заключается в алгоритмическом учете ограничений:

$$\sum_{d=1}^D x_{i^1 M d} = 1, i_m^1 = 1, I_M^1, \quad (4)$$

$$\sum_{d=1}^D x_{i^1 m_1 d} = 1, i_{m_1}^1 = \overline{1, D}, m_1 = \overline{1, M_1}. \quad (5)$$

При учете ограничения (4), (5) требуется:

– введение случайных переменных  $\tilde{I}_M^1 = 1, I_M^1, d = \overline{1, D}, i_{m_1}^1 = \overline{1, I_{m_1}^1}$  с вероятностными характеристиками:

$$p_{i^1 M}, \sum_{i_M^1=1}^{I_M^1} p_{i^1 M} = 1; \quad p_d, \sum_{d=1}^D p_d = 1,$$

$$p_{i^1 m_1}, \sum_{i_{m_1}^1=1}^{I_{m_1}^1} p_{i^1 m_1} = 1;$$

– случайный выбор номеров на  $k$ -й итерации  $i_M^{1(k)}, i_{m_1}^{1(k)}$  и  $d^k$  для оптимизируемых переменных  $\tilde{x}_{i^1 M d}, \tilde{x}_{i^1 m_1 d}$  с вероятностями  $p_{i^1 M}, p_{i^1 m_1}, p_d$  путем последовательного сравнения со значениями псевдослучайного числа  $\tilde{\xi}$  [6];

– генерация случайных значений  $\tilde{x}_{i^1 M d}$  и  $\tilde{x}_{i^1 m_1 d}$  для вычисления случайных реализаций вариации оптимизируемой функции:

$$\tilde{\Delta} \varphi(\tilde{x}_{i^1 M d}, \tilde{x}_{i^1 m_1 d}) = \varphi(\tilde{x}_{i^1 M} / i_M^1 = \overline{1, I_M^1}, i_M^1 \neq i_M^{1(k)}; x_{i_M^{1(k)}} / x_{i_M^{1(k)}} = 0, d = \overline{1, D}) -$$

$$-\varphi(x_{i^1 m_1} / i_{m_1}^1 = \overline{1, I_{m_1}^1}, i_{m_1}^1 \neq i_{m_1}^{1(k)}; x_{i_{m_1}^{1(k)}} / x_{i_{m_1}^{1(k)}} = 1, x_{i_{m_1}^{1(k)}} = 0,$$

$$d = \overline{1, D}, d \neq d^k),$$

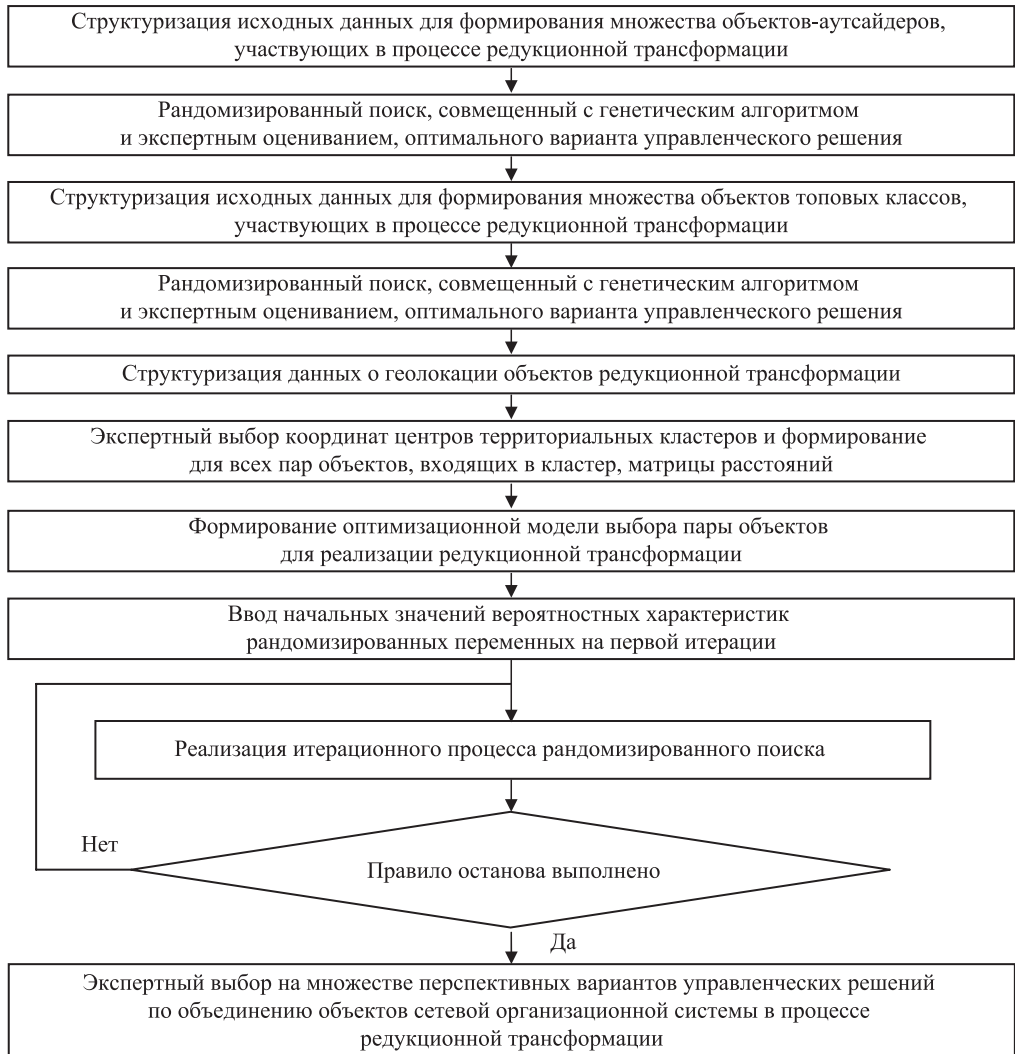
где значение координат вектора  $\tilde{x}_{i^1 M}$  выбирается случайным образом до появления первого значения, равного 1; последующие значения приравниваются 0;

$$x_{i_M^{1(k)}} = \{x_{i_M^{1(k)}}\}, x_{i_{m_1}^{1(k)}} = \{x_{i_{m_1}^{1(k)}}\}, d = \overline{1, D},$$

$\varphi(x_{i^1 M d}, x_{i^1 m_1 d})$  соответствует целевой функции задачи оптимизации.

Структурная схема алгоритма управления межобъектным распределением ресурсного обеспечения при реализации процесса редуccionной трансформации приведена на рисунке 2.

## Алгоритм принятия управленческих решений при межобъектном распределении...



**Рис. 2.** Алгоритм управления межобъектным распределением ресурсного обеспечения при реализации процесса редуccionной трансформации

### Заключение

Таким образом, алгоритмизация принятия управленческих решений при межобъектном распределении целевого ресурсного обеспечения в сетевых организационных системах связана с характером прогностического и оптимизационного моделирования процессов ранговой и редуccionной трансформации. При этом в первом случае последовательность этапов управления нацелена на оптимальное перемещение объектов между и внутри классов с занятием более высоких позиций при ограниченных ресурсах, а во втором случае – на выбор пары объектов с учетом их территориальной принадлежности, обеспечивающих устойчивую позицию объекта-лидера при поглощении им объекта-аутсайдера.

## Литература

1. Болгова М.А., Евдокимова Е.А. Принятие управленческих решений в условиях трансформации высшего образования // Вестник университета. 2016. № 3. С. 195–197.
2. Болгова М.А., Подлегаев А.В. Стратегии деятельности образовательных организаций высшего образования в условиях модернизации высшего образования в Российской Федерации: социально-экономический анализ // Вестник Магнитогорского государственного технического университета им. Г.И. Носова. 2015. № 4. С. 117–122.
3. Болгова М.А., Чопоров О.Н. Алгоритмизация управления внутриобъектным распределением ресурсного обеспечения в условиях структурной трансформации сетевых организационных систем // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. 2020. № 8. DOI: 10.26102/2310-6018/2020.31.4.033
4. Болгова М.А., Чопоров О.Н. Информационные технологии моделирования и оптимизации процессов структурной трансформации системы образования // Информационные технологии в образовании: материалы XII Всероссийской научно-практической конференции. Саратов, 2020. С. 29–32.
5. Львович И.Я., Львович Я.Е., Фролов В.Н. Информационные технологии моделирования и оптимизации: краткая теория и приложения. Воронеж: Научная книга, 2016. 444 с.
6. Львович Я.Е., Львович И.Я. Принятие решений в экспертно-виртуальной среде. Воронеж: Научная книга, 2010. 140 с.
7. Рутковская Д., Пилиньский М., Рутковский Л. Нейронные сети, генетические алгоритмы и нечеткие системы. М.: Горячая линия – Телеком, 2013. 384 с.

## Literatura

1. Bolgova M.A., Evdokimova E.A. Prinyatie upravlencheskikh reshenij v usloviyakh transformatsii vysshego obrazovaniya // Vestnik universiteta. 2016. № 3. S. 195–197.
2. Bolgova M.A., Podlegaev A.V. Strategii deyatel'nosti obrazovatel'nykh organizatsij vysshego obrazovaniya v usloviyakh modernizatsii vysshego obrazovaniya v Rossijskoj Federatsii: sotsial'no-ekonomicheskij analiz // Vestnik Magnitogorskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta im. G.I. Nosova. 2015. № 4 (52). S. 117–122.
3. Bolgova M.A., Choporov O.N. Algoritimizatsiya upravleniya vnutriob»ektnym raspredeleniem resursnogo obespecheniya v usloviyakh strukturnoj transformatsii setevykh organizatsionnykh sistem // Modelirovanie, optimizatsiya i informatsionnye tekhnologii. 2020. № 8. DOI: 10.26102/2310-6018/2020.31.4.033
4. Bolgova M.A., Choporov O.N. Informatsionnye tekhnologii modelirovaniya i optimizatsii protsessov strukturnoj transformatsii sistemy obrazovaniya // Informatsionnye tekhnologii v obrazovanii: materialy XII Vserossijskoj nauchno-prakticheskoy konferentsii. Saratov, 2020. S. 29–32.
5. L'vovich I.Ya., L'vovich Ya.E., Frolov V.N. Informatsionnye tekhnologii modelirovaniya i optimizatsii: kratkaya teoriya i prilozheniya. Voronezh: Nauchnaya kniga, 2016. 444 s.
6. L'vovich Ya.E., L'vovich I.Ya. Prinyatie reshenij v ekspertno-virtual'noj srede. Voronezh: Nauchnaya kniga, 2010. 140 s.
7. Rutkovskaya D., Pili'nskiy M., Rutkovskiy L. Nejronnye seti, geneticheskie algoritmy i nechetkie sistemy. M.: Goryachaya liniya – Telekom, 2013. 384 s.