

Literatura

1. Avtomatizirovannaya sistema "Muzej-3" // Tsentr GIVTs Minkul'tury Rossii. URL: <http://www.givc.ru/activity/software-complex/museum-system/> (data obrashcheniya: 25.01.2020).
2. Blokchejn // Vikipediya. URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Blokchejn> (data obrashcheniya: 25.01.2020).
3. *Vecherskaya S.E.* KPI v upravlenii effektivnost'yu nekommercheskoj organizatsii // Vestnik Rossijskogo novogo universiteta. Seriya "Slozhnye sistemy: modeli, analiz i upravlenie". 2017. Vyp. 4. S. 13–17.
4. *Vecherskaya S.E.* Zavisimost' vida tselevoj funktsii optimizatsii ot modeli upravleniya // Vestnik Rossijskogo novogo universiteta. Seriya "Slozhnye sistemy: modeli, analiz i upravlenie". 2017. Vyp. 2. S. 47–49.
5. Vse, chto vy khoteli znat' o skvoznoj analitike // Media Netologii: universitet internet-professij. URL: <https://netology.ru/blog/skvoznaya-analitika> (data obrashcheniya: 25.01.2020).
6. *Genkin A., Mikheev A.* Blokchejn. Kak eto rabotaet i chto zhdet nas zavtra. M.: Al'pina Publisher, 2017. 592 s.
7. Instrumenty analitiki // Think with Google. URL: <https://www.thinkwithgoogle.com/intl/ru-ru/insights-trends/tools/> (data obrashcheniya: 25.01.2020).
8. Ob utverzhenii Metodicheskikh rekomendatsij po razrabotke organami gosudarstvennoj vlasti sub"ektov Rossijskoj Federatsii i organami mestnogo samoupravleniya pokazatelej effektivnosti deyatel'nosti podvedomstvennykh uchrezhdenij kul'tury, ikh rukovoditelej i rabotnikov po vidam uchrezhdenij i osnovnym kategoriyam rabotnikov: prikaz Ministerstva kul'tury Rossijskoj Federatsii ot 28 iyunya 2013 g. № 920. Dostup iz sprav.-pravovoj sistemy "Garant".
9. *Orlova Z.A.* Sotsial'naya politika v sfere kul'tury // Orientiry kul'turnoj politiki. 2005. № 5. S. 3–19.
10. *Stolyarov I.A.* Upravlenie kul'turoj: organizatsionno-ekonomicheskij mekhanizm. M.: Ekonomika, 2009. S. 42–95.
11. Tsifrovoy marketing // Vikipediya. URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Tsifrovoy_marketing (data obrashcheniya: 25.01.2020).
12. Yandex. Metrika. URL: https://metrika.yandex.ru/welcome?utm_source=yandex&utm_medium=wizard3&utm_campaign=turbopage (data obrashcheniya: 25.01.2020).
13. *Vecherskaya S.E.* IT-Effect Assessment for Non-Profit Organization // International Journal of Recent Technology and Engineering. 2019. Vol. 4. P. 8854–8858.

DOI: 10.25586/RNU.V9187.20.01.P.064

УДК 681.3

В.В. Горячко

АЛГОРИТМИЗАЦИЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ ПОДДЕРЖКИ
ПРИНЯТИЯ УПРАВЛЕНЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ
ПО УЧЕТУ ЗНАЧИМОСТИ ТЕРРИТОРИАЛЬНО СВЯЗАННЫХ
СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Рассматривается одна из задач управления территориально связанными социально-экономическими системами. При принятии управленческих решений учитываются как пространственно-временные данные, характеризующие функционирование исследуемых систем на определенном временном промежутке и заданной географической локации, так и оценки значимости объектов

Горячко В.В. Алгоритмизация интеллектуальной поддержки...

основной системы при взаимодействии с управляющим центром и связанными системами. Определены управленческие циклы, направленные на распределение объемов ресурсно-результативного взаимодействия и повышение уровня значимости объектов основной системы. Интеллектуальная поддержка принятия решений основана на использовании структурированной ГИС-ориентированной пространственно-временной информации для формирования прогностических и оптимизационных моделей. Последние позволяют разработать алгоритмы интеллектуальной поддержки в рамках рассматриваемой задачи управления, сочетающиеся рандомизированные схемы поиска решения задачи дискретной оптимизации и экспертные оценки, полученные методом априорного ранжирования. В результате формулируется множество показателей функционирования, улучшение значений которых приводит к повышению значимости объекта основной системы.

Ключевые слова: организационная система, управление, принятие решений, интеллектуализация, оптимизация, экспертное оценивание.

V.V. Goriachko

ALGORITHMIZATION OF INTELLECTUAL SUPPORT FOR MANAGERIAL DECISION MAKING FOR KEEPING TRACK OF THE GEOGRAPHICALLY RELATED SOCIAL AND ECONOMIC SYSTEMS SIGNIFICANCE

The article is concerned with one of the tasks of management of geographically related socio-economic systems. When making managerial decisions, both spatio-temporal data characterizing the functioning of the studied systems at a certain time interval and a given geographical location are taken into account, as well as evaluation of the significance of the main system objects in interaction with the control center and related systems. Management cycles aimed at resource-effective interaction distribution volumes and increase in the significance level of the main system objects are specified. Intelligent decision making support is based on the use of structured GIS-oriented spatio-temporal information for the prognostic and optimization models building. The latter allow developing intelligent support algorithms within the framework of the management problem under consideration, combining randomized schemes for capturing the solution of the discrete optimization problem and expert estimates obtained by a priori ranking method. As a result, many functioning indicators are stated, the improvement of the values of which leads to an increase in the significance of the main system object.

Keywords: organizational system, management, decision making, intellectualization, optimization, expert evaluation.

Интенсификация формирования цифровых ресурсов объектов организационной системы с учетом их геолокации, характеризующих эффективность функционирования и взаимодействия с объектами других организационных систем, создает предпосылки для формирования цифрового способа коммуникаций, с помощью которого организуется взаимодействие территориально распределенных элементов.

Применительно к социально-экономическим системам результатом этого взаимодействия является процесс влияния деятельности одной организационной системы, которую в дальнейшем будем называть основной, на деятельность других систем, в свою очередь оказывающих воздействие на основную систему. Отношения, связи и взаимодействие объектов указанных систем определяют признак их территориальной связанности [5]. Наличие этого признака позволяет сформулировать следующее определение.

Под территориально связанными социально-экономическими системами будем понимать совокупность нескольких систем, среди которых есть основная, объединяющая в организационное целое однородные объекты с распределенной по территории геолокацией для выполнения заданных целей, и системы, находящиеся с основной во взаимодействии как потребители результатов ее деятельности. Эффективность достижения целей по взаимодействию объектов территориально связанных социально-экономических систем определяется управляющим центром каждой системы. В зависимости от значимости объектов и уровня эффективности взаимодействия управляющие центры этих систем выделяют ресурсное обеспечение объектам основной системы [4].

Результаты анализа значимости объектов основной системы при взаимодействии с территориально связанными системами позволяют определить совокупность действий администрации и организовать интеллектуальную поддержку этим действиям в рамках следующих управленческих циклов:

1) распределение объемов ресурсно-результативного взаимодействия в зависимости от значимости объектов основной системы $O_i, i = \overline{1, I}$;

2) выбор показателей объектов основной системы $f_{ijg}(t, d), i = \overline{1, I}, j = \overline{1, J}, g_1 = \overline{1, G_j}, G_j, t = \overline{1, T}, d = \overline{1, D}$, оказывающих наибольшее влияние на повышение значимости i -го объекта на период перспективного планирования $T + t_1, t_1 = \overline{1, T_1}$;

3) управление значимостью объектов основной системы с учетом их принадлежности к региональным кластерам $d = \overline{1, D}$ и выделения в рамках распределения объемов ресурсно-результативного взаимодействия дополнительных затрат на изменение выбранных показателей.

Первый управленческий цикл включает следующие действия:

- картографическая визуализация результатов ГИС-ориентированного мониторингового оценивания функционирования объектов основной системы с учетом показателей их результативного взаимодействия со связанными межотраслевыми межрегиональными системами и подсветкой контуров $d = \overline{1, D}$ регионов, в которых расположены объекты основной и связанных с ней систем;

- фиксация результатов анализа значимости объектов основной системы $O_i, i = \overline{1, I}$ на непрерывной шкале $R_i(T + t_1), i = \overline{1, I}, t_1 = \overline{1, T_1}$;

- распределение объемных показателей результативного взаимодействия основной системы $f_{j_0}^*(T + t_1), j_0 = \overline{1, J_0}, t_1 = \overline{1, T_1}$ в виде заданий объектам основной системы обеспечивающих компенсацию от управляющего центра затрат на выполнение заданий, которые составляют основу результативного взаимодействия с территориально связанными системами;

- распределение затрат на ресурсное обеспечение в рамках системы $U_n, n = \overline{1, N}$ и связанных систем $Z_n(T + t_1), n = \overline{1, N}, t_1 = \overline{1, T_1}$ между объектами $O_i, i = \overline{1, I}$.

Интеллектуальная поддержка принятия управленческих решений по распределению затрат на ресурсное обеспечение функционирования объектов основной системы базируется на следующей структурированной информации:

- временные ряды объемных показателей результатов результативного взаимодействия основной системы со связанными на период перспективного планирования $f_{j_0}^*(T + t_1), j_0 = \overline{1, J_0}, t_1 = \overline{1, T_1}$;

Горячко В.В. Алгоритмизация интеллектуальной поддержки...

- временные ряды затрат на ресурсное обеспечение основной системы $U_n, n = \overline{1, N}$ связанными системами $Z_n(T+t_1), n = \overline{1, N}, t_1 = \overline{1, T_1}$;
- временные ряды оценок значимости объектов основной системы при взаимодействии со связанными системами на непрерывной шкале $R_i(T+t_1), i = \overline{1, I}, t_1 = \overline{1, T_1}$;
- временные ряды прогнозных оценок показателей социально-экономического состояния в рамках географической локации регионов $f_{j^p_d}^p(T+t_1), d = \overline{1, D}, j^p_d = \overline{1, J^p_d}, t_1 = \overline{1, T_1}$;
- привязка D объектов основной системы к географической локации регионов $O_{id}, i_d = \overline{1, I_d}, \bigcup_{d=1}^D I_d = I$.

Интеллектуальная поддержка принятия управленческих решений с использованием перечисленных структурированных информационных ресурсов осуществляется на основе параметрической схемы распределения ресурсного обеспечения.

При распределении объемных показателей результативного взаимодействия с учетом потребностей объектов основной системы $f_{j^0_d}^0(T+t_1), d = \overline{1, D}, j^0_d = \overline{1, J^0_d}, t_1 = \overline{1, T_1}$

$$f_{j^0_d}^*(T+t_1) = f_{j^0_d}^n(T+T_1) - \beta_{j^0_d} (T+t_1) \beta'_{j^0_d} (T+t_1) (A - R_{id}(T+t_1)), \quad (1)$$

где параметр $\beta_{j^0_d} (T+t_1)$ определяется из условия

$$\sum_{d=1}^D \sum_{i_d}^{I_d} f_{j^0_d}^*(T+t_1) = f_{j^0_d}^*(T+t_1) \text{ для всех } f_{j^0_d}^* \geq 0, \\ d = \overline{1, D}, i_d = \overline{1, I_d}, j_0 = \overline{1, J_0}, t_1 = \overline{1, T_1};$$

параметр $\beta'_{j^0_d} (T+t_1)$ – характеризует социально-экономические положения d -го региона.

Распределение затрат каждой n -й связанной системы на ресурсное обеспечение основной системы осуществляется с учетом потребностей объектов основной системы $z_{i_n}^n(T+t_1), n = \overline{1, N}, i_n = \overline{1, I_n}, t_1 = \overline{1, T_1}$

$$z_{i_n}^*(T+t_1) z_{i_n}^n(T+T_1) - \beta_{i_n}'' (T+t_1) (A - R_{in}), \quad (2)$$

где параметр β_{i_n}'' находится из условия

$$\sum_{i_n=1}^{I_n} z_{i_n}^*(T+t_1) = Z_n(T+t_1) \text{ для всех } Z_{i_n}^*(T+t_1) > 0, \\ n = \overline{1, N}, i_n = \overline{1, I_n}, t_1 = \overline{1, T_1}.$$

Структурная схема алгоритма интеллектуальной поддержки управления распределением ресурсного обеспечения между объектами основной системы приведена на рисунке 1.

Как видно из выражений (1)–(2), объем ресурсного обеспечения i -го объекта основной системы из всех источников зависит от значимости R_i объекта $O_i, i = \overline{1, I}$ или на дискретной шкале от позиции в рейтинговом списке $r_i, i = \overline{1, I}$. Поэтому объекты основной системы заинтересованы в выделении затрат из общего ресурсного обеспечения $Z_i(T+T_1)$ с целью перехода на более высокую позицию по значимости $r_{i_v}^*(T+T_1) = r_i(T+T_1) \nu, t_1 = \overline{1, T_1}$, где ν – число позиций продвижения в рейтинговом списке. Поскольку на вели-

чину r_i влияет значение интегральной оценки $F_i(T + T_1)$, которая, в свою очередь, зависит от значений показателей мониторинга $f_{ijg}(T + T_1)$ $i = \overline{1, I}$, $g = \overline{1, G}$, $j_g = \overline{1, J_g}$, то величина v определяется увеличением показателей f_{ijg} . Среди указанных показателей есть наиболее влиятельные $m = \overline{1, M}$. Именно на их увеличение целесообразно выделить средства z_{mi} , $m_i = \overline{1, M_i}$ из общих затрат Z_i .



Рис. 1. Структурная схема алгоритма интеллектуальной поддержки управления ресурсно-результативным взаимодействием с учетом значимости объектов основной системы

Управление этим процессом базируется на двух оптимизационных задачах:

- выборе показателей мониторинга f_{im} , $m = \overline{1, M}$, наиболее влиятельных на изменения значимости объекта;
- определении таких значений z_{mi}^* , $m_i = \overline{1, M_i}$ при распределенном ресурсном обеспечении объекта основной системы, при которых происходит продвижение на дискретной шкале значимости на v позиций.

Управленческий цикл в рамках первой задачи включает следующие действия, обеспечивающие интеллектуальную поддержку принятия решений:

- формирование оптимизационной модели;
- ранжирование показателей $j_g = \overline{1, J_g}$, входящих в каждое g -е, $g = \overline{1, G}$ направление мониторинга, и вероятностная интеграция рангов;

- интеграция вероятностной интеграции рангов и рандомизированного поиска решения оптимизационной задачи;
- формирование множества доминирующих вариантов набора влиятельных показателей $m = \overline{1, M}$ и экспертный выбор окончательного варианта.

Для формирования оптимизационной модели введем булевы оптимизируемые переменные:

$$x_i = \begin{cases} 1, & \text{если показатель } f_{jg} \text{ включается в набор} \\ & \text{влиятельных показателей } m = \overline{1, M}, \\ 0 & \text{в противном случае,} \end{cases} \quad (3)$$

$$j_g = \overline{1, J_g}, g = \overline{1, G}.$$

Задача состоит в минимизации числа показателей, входящих в набор $m = \overline{1, M}$:

$$\sum_{g=1}^G \sum_{j_g=1}^{J_g} x_{ig} \rightarrow \min. \quad (4)$$

При этом необходимым условием является то, чтобы из каждого направления мониторинга в число влиятельных показателей вошло не менее одного показателя

$$\sum_{j_g=1}^{J_g} c_{jg} x_{ig} \geq 1, g = \overline{1, G}, \quad (5)$$

где $c_{jg} = \begin{cases} 1, & \text{если в показатель } f_{jg} \text{ относится к } g\text{-му направлению,} \\ 0 & \text{в противном случае.} \end{cases}$

Объединяя критерий оптимизации (4), ограничения (5) и требования к оптимизируемым переменным (3), получаем следующую оптимизационную модель:

$$\sum_{g=1}^G \sum_{j_g=1}^{J_g} x_{ig} \rightarrow \min. \quad (6)$$

$$\sum_{j_g=1}^{J_g} c_{jg} x_{ig} \geq 1, g = \overline{1, G},$$

$$x_{ig} = \begin{cases} 1, & j_g = \overline{1, J_g}, g = \overline{1, G}. \\ 0, & \end{cases}$$

Второе действие состоит в проведении экспертного априорного ранжирования направлений $g = \overline{1, G}$ мониторинга показателей f_{jg} по каждому направлению по степени их влияния на возможность перехода i -го объекта основной системы на более высокую позицию в рейтинге [2]. Получим значения a_g , принимающие значения от 1 до G , и значения a_{jg} , принимающие значения от 1 до J_g . Проведем вероятностную интерпретацию рангов в виде вероятностей, которые будут использоваться на первом шаге $k = 1$ рандомизированного поиска решения задачи (6):

$$p_g^1 = \frac{1/a_g}{\sum_{g=1}^G 1/a_g}, \quad \sum_{g=1}^G p_g^1 = 1;$$

$$p_{xjg}^1 = \frac{1/a_{jg}}{\sum_{j_g=1}^{J_g} 1/a_{jg}}, \quad \sum_{j_g=1}^{J_g} p_{xjg}^1 = 1. \quad (7)$$

Поскольку от значений (7) зависит эффективность поиска [2], интегрируем их в рандомизированную схему для определения вероятностных параметров на $k = 2, 3, \dots$ итерациях:

$$p_{x_{jg}}^{k+1} = p_{x_{jg}}^k + \alpha_1 \left(\Delta_{jg} \Psi \left(\tilde{x}_{jg} \right) \right), \quad (8)$$

$$p_g^{k+1} = p_g^k + \alpha_2 \left(\Delta_{jg} \Psi \left(\tilde{x}_{jg} \right) \right), \quad (9)$$

где $\alpha_1(\cdot), \alpha_2(\cdot)$ – функции преобразования вариаций эквивалентной задачи оптимизации $\Delta_{jg} \Psi$ при случайных значениях переменных \tilde{x}_{jg} [3].

В результате при заданном числе итераций K получаем наборы со значениями $x_{jg}^K = 1$ или 0, из которых, в зависимости от величины вероятностей (8)–(9), выбираем 5–7 доминирующих вариантов [Там же].

Окончательно выбирается вариант на основе экспертного ранжирования [2] и определения варианта с наименьшим рангом. Значения $x_{jg}^K = 1$ определяют те показатели, которые включаются в набор влиятельных показателей для объекта $O_i, i = 1, I, m_i = 1, M_i$.

Структурная схема алгоритма интеллектуальной поддержки управления выбором показателей, влияющих на повышение рейтинга объекта основной системы, приведена на рисунке 2.

Решение второй задачи рассмотрено в [1].



Рис. 2. Структурная схема алгоритма интеллектуальной поддержки управления выбором показателей по влиянию на повышение рейтинга объекта основной системы

Целевым результатом алгоритмов интеллектуальной поддержки принятия управленческих решений с использованием оценок значимости объектов основной системы при взаимодействии с территориально связанными социально-экономическими системами являются эффективные управленческие действия по распределению объемов ресурсно-результативного взаимодействия, выбору показателей объектов основной системы, оказывающих наибольшее влияние на повышение их значимости, а также достижению объектами основной системы более высокого уровня значимости в рамках взаимодействия с управляющим центром и связанными системами с учетом региональной принадлежности.

Литература

1. Горячко В.В., Львович И.Я., Чопоров О.Н. Оптимизация управления положением вуза в рейтинге на основе ГИС-ориентированного мониторинго-рейтингового оценивания // Экономика и менеджмент систем управления. 2017. № 3 (25). С. 57–64.
2. Львович И.Я., Львович Я.Е., Фролов В.Н. Информационные технологии моделирования и оптимизации: краткая теория и приложения. Воронеж: ИПЦ «Научная книга», 2016. 444 с.
3. Львович Я.Е., Львович И.Я. Принятие решений в экспертно-виртуальной среде. Воронеж: ИПЦ «Научная книга», 2010. 140 с.
4. Нечипоренко В.И. Структурный анализ систем (эффективность и надежность). М.: Советское радио, 1977. 216 с.
5. Новосельцев В.И. Системный анализ: современные концепции. Воронеж: Кварта, 2003. 360 с.

Literatura

1. Goryachko V.V., L'vovich I.Ya., Choporov O.N. Optimizatsiya upravleniya polozheniem vuza v rejtinge na osnove GIS-orientirovannogo monitoringo-rejtingovogo otsenivaniya // Ekonomika i menedzhment sistem upravleniya. 2017. № 3 (25). S. 57–64.
2. L'vovich I.Ya., L'vovich Ya.E., Frolov V.N. Informatsionnye tekhnologii modelirovaniya i optimizatsii: kratkaya teoriya i prilozheniya. Voronezh: IPTs "Nauchnaya kniga", 2016. 444 s.
3. L'vovich Ya.E., L'vovich I.Ya. Prinyatie reshenij v ekspertno-virtual'noj srede. Voronezh: IPTs "Nauchnaya kniga", 2010. 140 s.
4. Nechiporenko V.I. Strukturnyj analiz sistem (effektivnost' i nadezhnost'). M.: Sovetskoe radio, 1977. 216 s.
5. Novosel'tsev V.I. Sistemnyj analiz: sovremennye kontseptsii. Voronezh: Kvarta, 2003. 360 s.

DOI: 10.25586/RNUV9187.20.01.P.071

УДК 519.248

В.В. Лисицкий, Т.В. Калинин, А.Г. Миганов, А.В. Столбов

МЕТОД РАСПРЕДЕЛЕНИЯ РЕСУРСОВ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ СЛОЖНОЙ ТЕХНИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ

Описан метод распределения ресурсов при эксплуатации сложных технических систем на основе рационального распределения сил и средств и оценки вариантов их восстановления. Отличием этого метода от существующих является то, что он позволяет учитывать важность сложных технических систем, оперативность восстановления и доставки ресурсов, различные деструктивные воздействия, степень повреждений сложных технических систем, привлечение различных сил