

УДК 681.3

DOI: [10.26102/2310-6018/2020.28.1.030](https://doi.org/10.26102/2310-6018/2020.28.1.030)

## Моделирование и оптимизация рейтингового управления объектами организационных социально-экономических систем

**Б.А. Чернышов**

*Воронежский институт высоких технологий, Воронеж,  
Российская Федерация*

**Резюме:** Рассматривается класс социально-экономических систем, для которых характерно объединение управляющим центром объектов в организационное целое. Показана возможность реализации целей управляющего центра на основе результатов рейтингового оценивания. Исследуются направления формализации механизмов рейтингового управления на основе построения определенных классов математических и оптимизационных моделей. Обоснована структура трех классов моделей, характеризующих взаимодействие объектов организационной системы с управляющим центром: упорядочения, ресурсного обеспечения, рейтингового состояния. Первый класс основан на применении различных модификаций интегрального оценивания показателей, используемых для рейтингования, второй – на распределении ресурсного обеспечения от величины рейтинга, а третий – на формализации динамики изменения рейтингового состояния взаимности от изменения показателей эффективности функционирования объектов. Построение математических моделей позволяет перейти к формализованному описанию задач оптимизации рейтингового управления. Дана характеристика структур оптимизационных моделей, соответствующих основным механизмам рейтингового управления: блочного, дискретного программирования. Показана необходимость сочетания численных методов и экспертного оценивания для их решения.

**Ключевые слова:** рейтинговое управление, социально-экономическая организационная система, моделирование, оптимизация.

**Для цитирования:** Чернышов Б.А. Моделирование и оптимизация рейтингового управления объектами организационных социально-экономических систем. *Моделирование, оптимизация и информационные технологии*. 2020;8(1). Доступно по: [https://moit.vivt.ru/wp-content/uploads/2020/02/Chernyshov\\_1\\_20\\_1.pdf](https://moit.vivt.ru/wp-content/uploads/2020/02/Chernyshov_1_20_1.pdf) DOI: 10.26102/2310-6018/2020.28.1.030

## Modeling and optimization of rating managing the objects of organizational social-and-economical systems

**B.A. Chernyshov**

*Voronezh Institute of High Technologies,  
Voronezh, Russian Federation*

**Abstract:** The article considers a class of social-and-economical systems, featuring the integration of objects into an organizational whole by the managing centre. The paper shows the possibility of the managing centre goals realisation based on the rating assessment results. The author also examines the directions of formalization of rating management mechanisms based on the construction of certain classes of mathematical and optimization models. The structure of three classes of models, characterizing the organizational system objects interaction with the control centre, is substantiated: namely, streamlining, resource support and rating status. The first class is based on the use of various modifications of the integrated assessment of indicators used for rating. The second one relies on the distribution of resource provision from the rating value. The third one builds on the formalization of the

evolution in the rating status of reciprocity from changes in performance indicators of the objects functioning. The construction of mathematical models allows the researchers to move on to a formalized description of optimization problems for rating management. The characterization of the structures of optimization models corresponding to the main mechanisms of rating management such as block, and discrete programming is given. The article also shows the necessity of combining numerical methods and expert evaluation to solve these issues.

**Keywords:** rating management, social-and-economical organizational system, modeling, optimization.

**For citation:** Chernyshov B.A. Modeling and optimization of rating managing the objects of organizational social-and-economical systems. *Modeling, optimization and information technology*. 2020;8(1). Available by: [https://moit.vivt.ru/wp-content/uploads/2020/02/Chernyshov\\_1\\_20\\_1.pdf](https://moit.vivt.ru/wp-content/uploads/2020/02/Chernyshov_1_20_1.pdf) DOI: 10.26102/2310-6018/2020.28.1.030 (In Russ.).

## Введение

Пути повышения эффективности рейтингового управления в организационных системах зависят от ряда аспектов [1, 2]:

- класса исследуемых организационных систем;
- классификационных признаков, характеризующих взаимодействие управляющего центра и объектов организационной системы;
- разнообразия механизмов рейтингового управления.

Из многих проблем, влияющих на повышение эффективности функционирования организационной системы, одной из существенных при управлении в социально-экономических системах является оптимизация распределения ресурсного обеспечения.

Для формализации механизмов рейтингового управления требуется использование трех классов моделей взаимодействия объектов организационной системы с управляющим центром: упорядочения, ресурсного обеспечения, рейтингового состояния. Разнообразие моделей, каждого класса приводит к многовариантности при принятии управленческих решений на основе результатов внутреннего и внешнего рейтингового оценивания.

В этом случае принятие эффективных решений в процессе рейтингового управления связано с выбором наилучшего варианта по определенным критериям, то есть с необходимостью использовать методы оптимизации [3]. Используемые методы решения оптимизационных задач зависят от степени ее формализуемости. Когда задача оптимального выбора является слабоформализуемой используются методы экспертного оценивания. Для этих целей целесообразно применять проблемно-ориентированную процедуру оптимизации самого процесса экспертного выбора. Возможность формализованного управления позволяет ориентироваться на оптимизационные модели, включающие непрерывные и дискретные переменные.

## Моделирование в задачах рейтингового управления

Рассмотрим формирование трех классов моделей взаимодействия управляющего центра и объектов организационной системы.

Первый класс моделей связан со способами вычисления интегральной оценки объекта  $O_i, t = \overline{1, T}$  при известных значениях показателей,  $O_{ij}, i = \overline{1, I}, j = \overline{1, J}$  выбранных управляющим центром для проведения внутреннего рейтингового оценивания из числа показателей мониторинга  $y_{im}, i = \overline{1, I}, m = \overline{1, M}$

$$F_i = \varphi(a_{ij}) \quad (1)$$

В зависимости от значений (1) нумерационное множество объектов  $i = \overline{1, I}$  упорядочивается с присвоением рейтинговой оценки  $r_i$  [4].

Второй класс моделей характеризует различные способы распределения ресурсного обеспечения организационной системы  $V$  между объектами  $V_i$  с заявляемой ими потребности в ресурсном обеспечении  $\hat{V}_i$ , который предлагается дополнить учетом дискретных величин рейтинговых оценок  $r_i$ , путем их перевода на непрерывную шкалу  $R_i$ . При этом перевод на непрерывную шкалу  $[O, A]$  осуществляется с использованием следующих элементарных функций и их значений в конечных точках: линейной

$$R = R_0 + R_1 \cdot r, R(r = 1) = A, R(r = I) = 0;$$

кусочно-линейной

$$R^u = R_0^u + R_1^u r^u, r^{(u)}, r^{(u)} \leq r^u \leq r^{''(u)},$$

где  $u = \overline{1, U}$  – номера рейтинговых кластеров,

$$R(r^{(1)} = 1) = A, R(r = r^{(u)}) = R^{(u)}, u = \overline{2, U},$$

$$R(r = r^{''(u)}) = R^{''(u)}, u = \overline{1, U - 1}, R(r^{''(u)} = I) = 0;$$

экспоненциальной

$$R = R_0 - l^{R_1 r}, R(r = 1) = A, R(r = I) = 0;$$

кусочно-экспоненциальной

$$R^u = R_0^u - l^{R_1^u r^u}, r^{(u)} \leq r^u \leq r^{''(u)}, u = \overline{1, U},$$

$$R(r^{(1)} = 1) = A; R(r' = r^{''(u)}) = R^{(u)}, u = \overline{2, U},$$

$$R(r = r^{''(u)}) = R^{''(u)}, u = \overline{1, U - 1}, R(r^{''(U)} = I) = 0.$$

Модели третьего класса формируются исходя из следующих предпосылок. Эти модели связаны с переходом объекта организационной системы из одного состояния в другое за периоды времени  $t = \overline{1, T}$ . Этот переход идентифицируется управляющим центром на основе изменения значений внешней рейтинговой оценки. Будем считать, что состояние определяется тематическими  $l = \overline{1, L}$  и интегральной внешними рейтинговыми оценками  $r_i, r_{il}$ , значения которых зависят от показателей эффективности деятельности объектов. Тогда модели состояния имеют вид

$$r_i = \varphi_r(y_{im}, t), r_{il} = \varphi_{ril}(y_{im}, t), m = \overline{1, M}, l = \overline{1, L} \quad (2)$$

С использованием модели (2) принимаются управленческие решения по переходу из состояния с рейтингами  $r_i^1, r_{il}^1$  в состояние с лучшими значениями рейтингов  $r_i^2 < r_i^1, r_{il}^2 < r_{il}^1$  за счет распределения ресурсного обеспечения  $V_i^p$  на изменение показателей  $y_{im}$  наиболее значимых для этого перехода.

Однако, в такого рода рейтингах участвует целый ряд организационных систем, в которых под администрированием своего управляющего центра объединяются аналогичные объекты. Тогда способом идентификации становится принадлежность объекта по значению  $r_i$  к  $u$  – му рейтинговому кластеру,  $u = \overline{1, U}$  от временных рядов изменения показателей мониторинга за периоды наблюдения  $t = \overline{1, T}$ :

$$u_1 = \varphi_u(y_{im}, t), u_{il} = \varphi_{ul}(y_{im}, t), u = \overline{1, U}, i = \overline{1, I}, m = \overline{1, M}. \quad (3)$$

Для построения классификационной модели (3) предлагается использовать метод нейросетевого моделирования, который показал свою эффективность в случаях, когда необходимо определить связь между дискретными значениями выхода нейросетевой модели, характеризующими принадлежность к определенному классу, с непрерывными переменными ее входа, привязанными к временным периодам  $t$ [5].

### Оптимизация рейтингового управления

Оптимизация рейтингового управления основана на построении оптимизационной модели и выборе метода алгоритмического решения формализованной задачи принятия управленческого решения [3].

С этой целью выбирается, прежде всего, оптимизированные переменные. Для формализации оптимизационного процесса в случае второго механизма рейтингового управления ресурсным обеспечением имеем непрерывные переменные: объемные показатели результатов деятельности объектов организационной системы.

$$x_{in}, i = \overline{1, I}, n = \overline{1, N} \quad (4)$$

В случае третьего рейтингового (1.3) механизма изменения рейтингового состояния целесообразно ввести булевы альтернативные переменные:

$$z_{i\mu} = \begin{cases} 1, \text{ если при изменении показателя } y_{im} \text{ за счет выделения обеспечения} \\ \text{ в объеме } V_{im}^p \text{ достигается долгосрочное изменение состояния} \\ \text{ } i \text{ - го объекта по переходу в более высокий рейтинговый кластер за период} \\ \text{ } t_1 = \overline{1, T_1}, \\ 0, \text{ в противном случае, } i = \overline{1, I}, m = \overline{1, M} \end{cases} \quad (5)$$

либо

$$z_{im} = \begin{cases} 1, \text{ если при изменении показателя } y_{im} \text{ за счет выделения обеспечения} \\ V_{im}^p \text{ достигается изменение состояния в определенном календарном} \\ \text{ периоде } t_1 \text{ по улучшению позиции во внешнем рейтинге,} \\ 0, \text{ в противном случае, } i = \overline{1, I}, m = \overline{1, M}. \end{cases} \quad (6)$$

В качестве критерия оптимизации при оптимизируемых переменных (4) выступает минимизация суммарных затрат в организационной системе на реализацию  $n = \overline{1, N}$  основных видов деятельности

$$\Psi(x_{in}) \rightarrow \min \quad (7)$$

ограничениями являются ресурсные ограничения

$$f_s(x_{in}) \leq b_s, s = \overline{1, S} \quad (8)$$

и ограничения на оптимизируемые переменные

$$x_{in} \geq 0, i = \overline{1, I}, n = \overline{1, N}. \quad (9)$$

Объединение критериальной функции (7) и функций ограничений (8), (9) позволяет сформировать оптимизационную модель математического программирования

$$\Psi(x_{in}) \rightarrow \min,$$

$$f_s(x_{in}) \leq b_s, s = \overline{1, S}, \quad (10)$$

$$x_{in} \geq 0, i = \overline{1, I}, n = \overline{1, N}.$$

Эффективным подходом к решению оптимизационной задачи (10) является переход к оптимизации эквивалентной функции Лагранжа [3]

$$\Phi(x_{in}, \lambda_s) = -\Psi(x_{in}) + \sum_{s=1}^S \lambda_s (b_s - f_s(x_{in})) \rightarrow \max_{x_{in} \geq 0} \min_{\lambda_s \geq 0} \quad (11)$$

где  $\lambda_s$  – переменные функции Лагранжа, и использование итерационных алгоритмов поиска седловой точки функции (11):

$$x_{in}^{k+1} = x_{in}^k + \alpha^{k+1} \theta^1(\Phi(x_{in}, \lambda_s)), \quad (12)$$

$$\lambda_s^{k+1} = \max\{0, \lambda_s^k - \gamma^{k+1} \theta^2(\Phi(x_{in}, \lambda_s))\}, \quad (13)$$

где  $k$  – номер итерации,  $k = 1, 2, \dots$ ,

$\alpha, \gamma$  – величины шагов,

$\theta^1, \theta^2$  – функции, определяющие направление движения поиска.

Реализация итерационной процедуры начинается с задания экспертом значений оптимизируемых переменных на первом шаге  $x_{in}^1, \lambda_s^1$ , далее осуществляется поиск (12), (13) останов итерационного алгоритма осуществляется при условиях, связанных со сходимостью (12), (13) к оптимальному решению  $x_{in}^*, \lambda_s^*$ .

В случае учета интересов управляющего центра и объектов организационной системы оптимизация рейтингового управления требует использование одной из модификаций задачи математического программирования (1.19) – задачи блочного программирования [6]

$$\Psi(x_{in}) \rightarrow \min,$$

$$f_{s_1}(x_{in}) \leq b_{s_1}, s_1 = \overline{1, S_1},$$

$$f_{s_2}(x_{in}) \leq b_{s_2}, s_2 = \overline{1, S_2}, \quad (14)$$

$$x_{in} \geq 0, i = \overline{1, I}, n = \overline{1, N}.$$

Оптимизационная модель (14) отражает особенности и возможности управления в исследуемой организационной системе на двух уровнях:

- на уровне управляющего центра – ограничения  $s_1 = \overline{1, S_1}$ ;

- на уровне объектов организационной системы – ограничения  $s_2 = \overline{1, S_2}$ .

При двухуровневом управлении организационной системы, рассмотренной в п. 1.1, управляющий центр в каждый календарный период распределяет между объектами объемы результатов их деятельности так, чтобы система в целом отвечала требованиям потребителей этих результатов деятельности при планируемом на этот период суммарном ресурсном обеспечении. Каждый объект использует свои возможности в условиях достижения определенных объемов результатов деятельности с минимизацией

затрат таким образом, чтобы более экономно использовать ресурсное обеспечение, предоставляемой управляющим центром.

Возникает противоречие во взаимодействии управляющего центра и объектов организационной системы в распределении и эффективном использовании ресурсного обеспечения. Требуется применить такой итерационный алгоритм решения (12), (13) оптимизационной задачи (14), который сходится к решению, обеспечивающему согласования интересов управляющего центра и объектов организационной системы [6].

В случае альтернативных переменных (15), (16) необходимо обеспечить выбор таких показателей эффективности  $y_{im}$ , изменения которых наиболее существенным образом по значимости  $\beta_{im}$  обеспечивает целевое изменение состояния объекта организационной системы

$$\sum_{m=1}^M \beta_{im} z_{im} \rightarrow \max, \quad (15)$$

при этом должны выполняться определенные ограничения

$$f_s(z_{im}) \leq b_s, s = \overline{1, S}. \quad (16)$$

$$z_{im} = \begin{cases} 1, & i = \overline{1, I}, m = \overline{1, M} \\ 0, & \end{cases} \quad (17)$$

Объединяя (15) – (17) имеем следующую оптимизационную модель дискретного программирования [5] для  $i$  –го объекта

$$\sum_{m=1}^M \beta_{im} z_{im} \rightarrow \max, \quad (18)$$

$$f_s(z_{im}) \leq b_s, s = \overline{1, S},$$

$$z_{im} = \begin{cases} 1, & i = \overline{1, I}, m = \overline{1, M} \\ 0, & \end{cases}$$

Используем аналогичный подход к решению (12), (13). Однако, для поиска по оптимизируемым переменным (17) предлагается применять итерационный алгоритм многоальтернативной оптимизации [7].

### Заключение

С целью моделирования взаимодействия объектов организационной системы с управляющим центром целесообразно использовать три класса моделей: упорядочения, ресурсного обеспечения и рейтингового состояния. Каждый класс характеризуется различными структурами и параметрами математических зависимостей рейтинговых оценок от других показателей эффективности деятельности объектов и объемов ресурсного обеспечения, что влечет за собой многовариантность реализации механизмов рейтингового управления.

Для учета многовариантности эффективным подходом к реализации механизмов рейтингового управления является оптимизационный подход, который охватывает две ключевые задачи: экспертного выбора на множестве альтернативных вариантов и коррекции результатов экспертного выбора. При этом оптимизация в рамках первой слабоструктурированной задачи состоит в выборе такого сочетания методов организации, обработки результатов экспертиз и выбора решения, которое обеспечивает

согласованную групповую экспертизу с участием доминирующего эксперта. Оптимизация в рамках второй группы полностью формализуемый задач направлена на согласование интересов управляющего центра и объектов организационной системы при корректировке распределения ресурсного обеспечения путем решения различных классов задач математического программирования.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Зернов В.А. Критерии мониторинга как эффективный инструмент повышения конкурентоспособности отечественного образования. *Проблемы теории и практики управления*. 2014;4:8-11.
2. Львович Я.Е., Сорокин С.О., Чернышов Б.А. Интеллектуализация процесса рейтингового управления ресурсным обеспечением на основе оптимизационной модели развития однородных объектов. *Вестник РосНОУ: Серия «Сложные системы: модели, анализ и управление»*. 2019;4:52-59.
3. Львович И.Я., Львович Я.Е., Фролов В.Н. *Информационные технологии моделирования и оптимизации: краткая теория и приложения*. Воронеж: ИПЦ «Научная книга». 2016:444.
4. Витминский В.В. *Анализ, оценка и моделирование экономического рейтинга*. К.:ДЕМИУР, 2006:216.
5. Львович Я.Е., Львович И.Я. *Принятие решений в экспертно-виртуальной среде*. Воронеж: ИПЦ «Научная книга». 2010:140.
6. Юдин Д.Б., Юдин А.Д. *Экстремальные модели в экономике*. Экономика, 1979:288.
7. Львович Я.Е. *Многоальтернативная оптимизация: теория и приложения*. Воронеж: Издательский дом «Кварта». 2006:428.

## REFERENCES

1. Zernov V.A. Monitoring criteria as an effective tool to increase the competitiveness of domestic education. *Problems of theory and practice of management*. 2014; 4:8-11.
2. Lvovich Ya.E., Sorokin S.O., Chernyshov B.A. Intellectualization of the resource management rating management process based on the optimization model for the development of homogeneous objects. *Bulletin of RosNOU: Series "Complex Systems: Models, Analysis and Management"*. 2019; 4:52-59.
3. Lvovich I.Ya., Lvovich Y.E., Frolov V.N. Information technology modeling and optimization: a brief theory and applications. *Voronezh: CPI "Scientific Book"*. 2016: 444.
4. Vitminsky V.V. *Analysis, assessment and modeling of economic rating*. K.: DEMIUR, 2006:216.
5. Lvovich Ya.E., Lvovich I.Ya. *Making decisions in an expert virtual environment*. Voronezh: CPI "Scientific Book". 2010:140.
6. Yudin D.B., Yudin A.D. *Extreme models in the economy*. Economics, 1979:288.
7. Lvovich Ya.E. *Multi-alternative optimization: theory and applications*. Voronezh: Kvarita Publishing House. 2006:428

## ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРЕ / INFORMATIONS ABOUT AUTHORS

**Чернышов Борис Александрович**, аспирант, Воронежский институт высоких технологий, Воронеж, Российская Федерация.

**Boris A. Chernyшов**, Graduate Student, Voronezh Institute Of High Technologies, Voronezh, Russian Federation.