

УДК 681.3

DOI: [10.26102/2310-6018/2026.56.5.011](https://doi.org/10.26102/2310-6018/2026.56.5.011)

Формирование интеллектуальной поддержки управленческих решений в территориально распределенной организационной системе с персонализированными субъектами на основе структурного моделирования

А.Д. Максин 

Воронежский институт высоких технологий, Воронеж, Российская Федерация

Резюме. В статье проведены исследования путем структурного анализа территориально распределенной организационной системы с персонализированными субъектами, направленные на формирование интеллектуальной поддержки управленческих решений. Обоснована необходимость отражения в структурной модели направленности и количественных характеристик связей компонентов организационной системы с учетом многоуровневости ресурсораспределительного процесса как по нисходящему принципу от управляющего центра до персонализированного субъекта, так и по восходящему для балансирования варианта распределения централизованного ресурса с потребностями на субъектном уровне. При количественной характеристике показано влияние показателей территориальных образований, определяющих их потенциальные возможности в поддержке персонализированного ресурсного обеспечения на распределение между территориями и целенаправленность в достижении заданного уровня результативности при выделении ресурса на субъектном уровне. Структурная модель функционирования организационной системы стала основой для обоснования комплекса задач, обеспечивающих интеллектуализацию управленческих действий на административном уровне. Предложено два подхода: межуровневой оптимизации и многоуровневого оптимизационного моделирования. Первый подход при принятии управленческого решения по ресурсному обеспечению персонализированного субъекта состоит в последовательном решении двух задач: приоритетно-альтернативной оптимизации распределения централизованного ресурса между территориальными образованиями и блочно-линейной оптимизации полученного результата при распределении территориального ресурса на субъектном уровне. Формирование оптимизационных моделей базируется на использовании данных о показателях, характеризующих исследуемую организационную систему. В первой задаче требуется экспертное оценивание приоритетности получения средств территорий в рамках установленного централизованного ресурсного обеспечения, а во второй – определение коэффициентов влияния в модели чувствительности изменений результативности в зависимости от изменений объема ресурса, предоставляемого персонализированному субъекту. Многоуровневое оптимизационное моделирование предложено осуществлять путем объединения решения перечисленных задач в рамках двухэтапного итерационного цикла, объединяющего нисходящую и восходящую схемы ресурсораспределительного процесса.

Ключевые слова: организационная система, управление, интеллектуальная поддержка, структурная модель, ресурсораспределительный процесс, оптимизация, экспертное оценивание.

Для цитирования: Максин А.Д. Формирование интеллектуальной поддержки управленческих решений в территориально распределенной организационной системе с персонализированными субъектами на основе структурного моделирования. *Моделирование, оптимизация и информационные технологии*. 2026;14(5). URL: <https://moitvvt.ru/ru/journal/article?id=2312> DOI: 10.26102/2310-6018/2026.56.5.011

Formation of intelligent support for management decisions in a geographically distributed organizational system with personalized subjects based on structural modeling

A.D. Maksin✉

Voronezh Institute of High Technologies, Voronezh, the Russian Federation

Abstract. The article conducts research by structural analysis of a geographically distributed organizational system with personalized subjects, aimed at the formation of intellectual support for management decisions. The necessity of reflecting in the structural model the direction and quantitative characteristics of the links between the components of the organizational system is substantiated, taking into account the multi-level resource distribution process both according to the top-down principle from the control center to the personalized subject, and according to the bottom-up principle for balancing the option of distributing the centralized resource with the needs at the subject level. Quantitative characterization shows the influence of indicators of territorial entities that determine their potential in supporting personalized resource provision on the distribution between territories and purposefulness in achieving a given level of effectiveness when allocating resources at the subject level. The structural model of the functioning of the organizational system has become the basis for substantiating a set of tasks that ensure the intellectualization of managerial actions at the administrative level. Two approaches are proposed: inter-level optimization and multi-level optimization modeling. The first approach to making a management decision on the resource provision of a personalized subject consists in the sequential solution of two tasks: priority alternative optimization of the distribution of a centralized resource between territorial entities and block-linear optimization of the result obtained in the distribution of a territorial resource at the subject level. The formation of optimization models is based on the use of data on indicators that characterize the organizational system under study. The first task requires an expert assessment of the priority of receiving funds from territories within the framework of the established centralized resource provision, and the second task requires the determination of influence coefficients in the sensitivity model of performance changes depending on changes in the volume of resources provided to a personalized subject. It is proposed to carry out multi-level optimization modeling by combining the solution of the listed tasks within the framework of a two-stage iterative cycle, combining the top-down and bottom-up schemes of the resource distribution process.

Keywords: organizational system, management, intellectual support, structural model, resource distribution process, optimization, expert assessment.

For citation: Maksin A.D. Formation of intelligent support for management decisions in a geographically distributed organizational system with personalized subjects based on structural modeling. *Modeling, Optimization and Information Technology*. 2026;14(5). (In Russ.). URL: <https://moitvvt.ru/ru/journal/article?id=2312> DOI: 10.26102/2310-6018/2026.56.5.011

Введение

Большинство сложных систем характеризуется многоуровневой системой [1]. В этом случае реализация управления эффективностью, качеством и надежностью системы определяется выявлением связей между уровнями на основе структурного анализа [2]. Многоуровневость является одним из основных признаков, который учитывается при управлении в организационных системах [3]. Результатом структурного анализа являются структурные модели функционирования организации и управления ею. Особенно важным представляется этап структурного анализа организаций нового поколения, развивающихся в условиях активной цифровой трансформации [4]. В этом случае появляется реальная возможность дополнить традиционное административное

управление системой интеллектуальной поддержки принятия управленческих решений [5].

Эффективной информационной технологии при интеллектуализации управления является оптимизационный подход [6], преимущества которого особенно проявляются при оптимизации ресурсораспределительного процесса в организационных системах [7].

Влияние многоуровневости и возможностей структурного анализа предлагается учитывать при управлении персонализированным ресурсораспределительным процессом [8]. Поскольку взаимодействие уровней: управляющий центр – территориальные образования – направления поддержки персонализированного субъекта – субъект ресурсообеспечения характеризуется рядом особенностей, связанных с учетом при распределении ресурса объема централизованного ресурсного обеспечения показателей потенциальных возможностей территорий и результативности в удовлетворении потребностей субъекта, инвариантные методы структуризации, оптимизации и принятия решений требуют проблемной ориентации.

Целью статьи является разработка структурных моделей, отражающих связи и их количественные характеристики с учетом особенностей территориально распределенной организационной системы с персонализированными субъектами и создающих предпосылки для формирования интеллектуальной поддержки управленческих решений.

Для достижения поставленной цели решены следующие задачи:

- структуризация направленности связей и оценка количественных характеристик взаимодействия компонентов исследуемой организационной системы;
- использование результатов структурного моделирования для формирования системы интеллектуальной поддержки принятия управленческих решений.

Материалы и методы

В качестве материала исследования используем характеристику направленности и количественные оценки связей, определяющих иерархическую последовательность взаимодействия управляющий центр – территориальные образования – направления поддержки персонализированных субъектов – субъекты ресурсообеспечения.

Главной характеристикой управляющего центра, как верхнего уровня управления, является заданный объем централизованного ресурса V . Этот объем определяется программами развития либо в процессе бюджетирования. Уровень территориальных образований представляется следующими данными:

- $i = \overline{1, I}$ – нумерационное множество территориальных образований;
- $\hat{V}_i, i = \overline{1, I}$ – потребность i -го территориального образования для персонализированного ресурсного обеспечения;
- F_{il} – l -й показатель i -го территориального образования, характеризующий его потенциальные возможности в персонализированном ресурсном обеспечении;
- $l = \overline{1, L}$ – нумерационное множество показателей.

Уровень F_{il} является определяющим для выделения i -й территории ресурсного обеспечения $V_i, i = \overline{1, I}$ из централизованного ресурса V . Связанность этих уровней зависит от механизма распределения V для каждого территориального образования $V_i, i = \overline{1, I}$.

Взаимодействие со следующими уровнями является наиболее значимым в обеспечении сбалансированности результатов нисходящего и восходящего процесса распределения ресурсного обеспечения. Нисходящая схема между управляющим центром и территориальными образованиями позволяет, как показано выше определить

детализацию ресурса V на объемы V_i , $i = \overline{1, I}$. Дальнейшее распределение зависит от следующих количественных характеристик нижних уровней:

- уровень направления поддержки персонализированных субъектов в каждой территории;
- $n = \overline{1, N}$ – нумерационное множество направлений;
- $\hat{V}_{in}, i = \overline{1, I}, n = \overline{1, N}$ – суммарная потребность в ресурсном обеспечении i -й территории по n -му направлению;
- уровень персонализированных субъектов;
- $m_n = \overline{1, M_n}$ – нумерационное множество персонализированных субъектов;
- \hat{V}_{imn} – потребность персонализированного субъекта в ресурсном обеспечении.

Связанности всех уровней будет определяться результатом ресурсораспределительного процесса $\hat{V}_{imn}, i = \overline{1, I}, m_n = \overline{1, M_n}, n = \overline{1, N}$ и следующими оценками:

- отклонением V_{imn} потребностей $\hat{V}_{imn} - \Psi(V_{imn})$;
- влиянием на достижение требований результативности использования ресурса персонализированных объектов $f_j, j = \overline{1, J}$, установленных управляющим центром, исходя из целей программ развития или возможностей бюджетной составляющей.

Рассмотренная выше направленность связей при межуровневом взаимодействии характеризует нисходящую схему ресурсораспределительного процесса: $V - V_i, i = \overline{1, I} - V_{imn}, i = \overline{1, I}, m_n = \overline{1, M_n}, n = \overline{1, N}$. Однако такая схема во многих случаях не обеспечивает сбалансированность ресурсного обеспечения и потребностей персонализированного субъекта, возникают отклонения V_{imn} от \hat{V}_{imn} и требуется коррекция результатов нисходящего ресурсораспределительного процесса по восходящей схеме межуровневого взаимодействия. Корректирующие управляющие действия направлены на повышение уровня сбалансированности:

$$V_{imn} \text{ с } \hat{V}_{imn}, i = \overline{1, I}, m_n = \overline{1, M_n}, n = \overline{1, N}, \text{ далее } V_i \text{ с } \hat{V}_i = \sum_{n=1}^N \sum_{m_n}^{M_n} \hat{V}_{imn}$$

для каждого i -го территориального образования и, наконец, V с $\sum_{i=1}^I \hat{V}_i$. В этом случае на экспертном уровне определяется несколько вариантов управленческих действий, на множестве которых выбирается наиболее удовлетворяющий требованиям управляющего центра.

Алгоритмические процедуры принятия управленческих решений отличаются альтернативностью приоритетного распределения на территориальном уровне и блочным характером граничных требований при распределении на субъектно-персонализированном уровне. Они обеспечивают интеллектуальную поддержку традиционной схемы административного управления.

Структурная модель функционирования территориальной организационной системы с персонализированными субъектами в режимах нисходящего и восходящего ресурсораспределительного процесса приведена на Рисунке 1.

Метод исследования направлен на определение взаимодействия структурных компонентов административной схемы принятия управленческих решений и соответствующих компонентов машинного обучения на основе ретроспективных данных мониторинга, экспертного оценивания параметров зависимостей экстремальных и граничных требований задач оптимизации и многоуровневого оптимизационного моделирования.

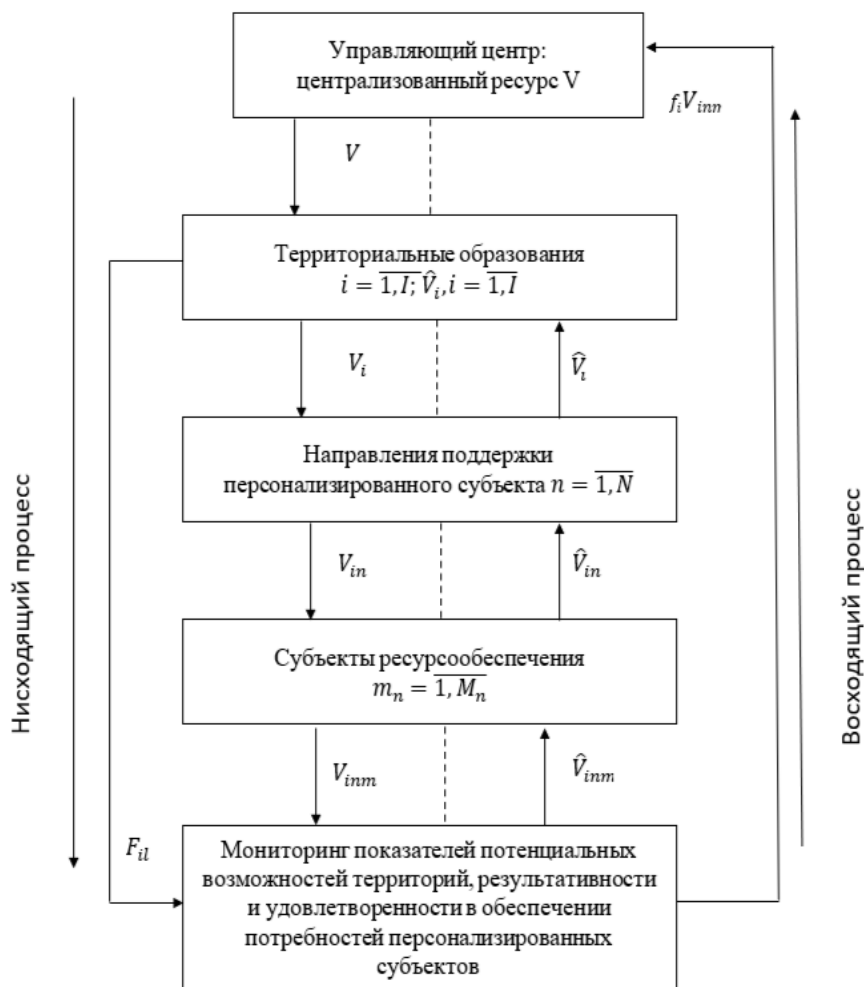


Рисунок 1 – Схема структурной модели функционирования территориальной организационной системы с персонализированными субъектами

Figure 1 – Scheme of the structural model of the functioning of the territorial organizational system with personalized subjects

Результаты и обсуждение

С целью структуризации процесса управления в территориальной организационной системе с персонализированными субъектами будем ориентироваться на разделение межуровневых связей при нисходящем и восходящем ресурсораспределительном процессе, осуществленное в структурной модели функционирования на Рисунке 1.

В структурную модель системы управления предложено включить взаимодействие двух подсистем: традиционного административного управления и интеллектуальной поддержки принятия решений.

В первой подсистеме выбор управленческих решений определяется требованиями к результативности управления с учетом заданного централизованного ресурса, перечня территорий; направлений поддержки и персонализированных субъектов, находящихся на определенной территории. Эксперты управляющего центра предлагают и выбирают вариант распределения централизованного ресурса между территориями, а управленческие органы территориальных образований продолжают ресурсораспределительный процесс до субъектного уровня. После оценки степени удовлетворения потребностей персонализированного субъекта подбирается более

сбалансированный вариант распределения в обратном порядке от субъектов к рациональному использованию заданного ресурса. После повторения нескольких циклов управленческих действий во многих случаях не удается выйти на наиболее целесообразное решение.

Для повышения эффективности в подсистему интеллектуальной поддержки включаются оптимизационные модели межуровневого взаимодействия приоритетно-альтернативной направленности (на переходе от уровня управляющего центра к уровню территорий), а также модели блочного учета граничных требований при распределении ресурса внутри территории, использующие оценки влияния объема ресурсного обеспечения на результативность его использования персонализированным субъектом.

Межуровневая оптимизация приоритетно-альтернативной направленности позволяет сформировать альтернативные варианты принятия решений с учетом коэффициентов приоритетности $a_i, i = \overline{1, I}$, удовлетворяющих условиям:

$$0 < a_i < 1, i = \overline{1, I}, \sum_{i=1}^I a_i = 1. \quad (1)$$

Данные коэффициенты, определяемые экспертным путем, характеризуют потенциальные возможности территориальных образований по удовлетворению потребностей населения.

Коэффициенты приоритетности используются для получения решения по следующим схемам распределения централизованного ресурса V :

пропорциональном

$$V_i = \frac{a_i \hat{V}_i}{\sum_{i=1}^I a_i \hat{V}_i} V, i = \overline{1, I}, \quad (2)$$

обратных приоритетов

$$V_i = \frac{\frac{a_i}{\hat{V}_i}}{\sum_{i=1}^I \frac{a_i}{\hat{V}_i}} V, i = \overline{1, I}, \quad (3)$$

параметрическом

$$V_i = \hat{V}_i - \sigma(1 - a_i), i = \overline{1, I}, \quad (4)$$

с выбором параметра σ с учетом балансового условия

$$\sum_{i=1}^I V_i = V,$$

редукционном в соответствии с оптимизационной моделью, использующей коэффициенты приоритетности $a_i, i = \overline{1, I}$:

$$\begin{aligned} \sum_{i=1}^I a_i x_i &\rightarrow \max, \\ \sum_{i=1}^I \hat{V}_i x_i &\leq V, \\ x_i &= \begin{cases} 1, & i = \overline{1, I}. \\ 0 \end{cases} \end{aligned} \quad (5)$$

где

$$x_i = \begin{cases} 1, & \text{если в } i\text{-е территориальное образование управляющий центр} \\ & \text{направляет ресурсное обеспечение,} \\ 0, & \text{в противном случае.} \end{cases}$$

Из вариантов (2)–(5) эксперты управляющего центра выбирают наиболее соответствующие требованиям программы инвестиций.

Блочный учет граничных требований при межуровневом распределении: объем ресурсного обеспечения i -й территории – ресурсное обеспечение, выделяемое персонализированному субъекту – осуществляется на основе оптимизационной модели блочного линейного программирования. Общая структура такой модели рассмотрена в [9]. С ориентацией на особенности структурной модели (Рисунок 1) она имеет вид для каждого i -го территориального образования:

$$\sum_{n=1}^N \left[\sum_{m'_n=1}^{M'_n} (\hat{V}_{im''n} - V_{im''n}) + \sum_{m'''_n=1}^{M'''_n} (V_{im'''n} - \hat{V}_{im'''n}) \right] \rightarrow \min_{V_{imn}},$$

$$\sum_{n=1}^N \sum_{m_n=1}^{M_n} b_{mnj} V_{imn} \geq f_j^0, j = \overline{1, J},$$

$$\sum_{n=1}^N \sum_{m_n}^{M_n} V_{imn} \leq V_i, V_{imn} \geq 0, m_n = \overline{1, M_n}, n = \overline{1, N}.$$

где параметры целевой функции в виде нумерационных множеств $m'_n = \overline{1, M'_n}$, $m'''_n = \overline{1, M'''_n}$ устанавливаются путем разделения исходного множества $m_n = \overline{1, M_n}$:

$$m'_n = \overline{1, M'_n} \text{ при } V_{im'n} = \hat{V}_{im'n},$$

$$m''_n = \overline{1, M''_n} \text{ при } V_{im''n} > \hat{V}_{im''n},$$

$$m'''_n = \overline{1, M'''_n} \text{ при } V_{im'''n} > \hat{V}_{im'''n}.$$

где b_{mnj} – коэффициенты влияния в модели чувствительности изменений результативности персонализированного ресурсообеспечения f_j при изменении объема ресурса V_{mn} , вычисляемые на основе машинного обучения либо экспертного оценивания.

Задача оптимизации (6) решается на основе алгоритма метода блочного линейного программирования Данцига-Вульфа [10].

Структурная схема модели системы управления персонализированным ресурсораспределительным процессом приведена на Рисунке 2.

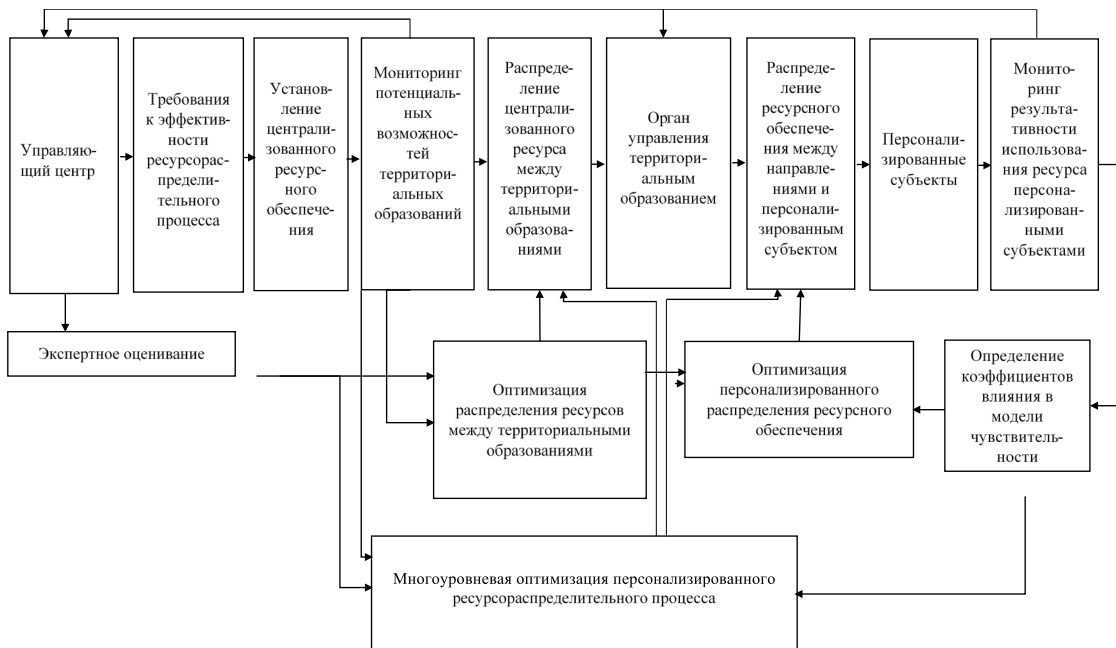


Рисунок 2 – Схема структурной модели системы управления персонализированным ресурсораспределительным процессом

Figure 2 – Diagram of the structural model of the management system for the personalized resource distribution process

В этой схеме управляющий центр выбирает один из трех вариантов интеллектуальной поддержки экспериментальных управленческих решений:

- на основе использования двух задач межуровневой оптимизации;
- на основе использования задачи многоуровневой оптимизации;
- на основе использования и сравнения результатов межуровневой и многоуровневой оптимизации.

Альтернатива применения блоков интеллектуальной поддержки возникает с учетом возможности определения коэффициентов влияния в модели чувствительности как путем машинного обучения на основе ретроспективной мониторинговой информации, так и методов группового и индивидуального экспертного оценивания. Преимущество оценивания состоит в том, что модель чувствительности формируется для каждого территориального образования. В случае использования ретроспективной мониторинговой информации строится модель чувствительности с усредненными по территориям коэффициентами влияния, поскольку это позволяет объединить данные в единую репрезентативную обучающую выборку.

Заключение

Многоуровневое оптимизационное моделирование при управлении ресурсами лекарственного обеспечения и медицинской помощи пациентам, страдающим редкими заболеваниями, основано на трансформации инвариантных средств принятия управленческих решений в территориально распределенной организационной системе с персонализированными субъектами.

Оптимизация межуровневого взаимодействия управляющего центра федерального уровня с субъектами РФ при распределении централизованного ресурса включает дополнительно к приоритетно-альтернативной модели выбора управленческого решения оптимизационную модель перераспределения остатков ресурсного обеспечения по результатам ежемесячных отчетов регионов с использованием интерактивной карты территориально распределенной организационной системы.

Изменения оптимизационного моделирования распределения ресурсов из трех источников: федерального, регионального бюджетов и перераспределенных средств – состоят в переходе к граничным требованиям в блочной модели линейного программирования, ориентированным на особенности исследуемой организационной системы.

Объединение управленческих действий на административном уровне и средств их интеллектуальной поддержки на основе проблемно ориентированного многоуровневого оптимизационного моделирования позволяет сформировать интеграционную модель управления организационной системой лекарственного обеспечения медицинской помощи пациентам, страдающим редкими заболеваниями.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ / REFERENCES

1. Новосельцев В.И. *Системный анализ: современные концепции*. Воронеж: Кварта; 2003. 360 с.
2. Нечипоренко В.И. *Структурный анализ систем*. Москва: Советское радио; 1977. 216 с.
3. Новиков Д.А. *Теория управления организационными системами*. Москва: ЛЕНАНД; 2022. 500 с.
4. Вайл П., Ворнер С. *Цифровая трансформация бизнеса. Изменение бизнес-модели для организации нового поколения*. Москва: Альпина Паблишер; 2019. 264 с.

- Weill P., Woerner S. *What's Your Digital Business Model?: Six Questions to Help You Build the Next-Generation Enterprise*. Moscow: Alpina Publisher; 2019. 264 p. (In Russ.).
5. Рындин Н.А., Скворцов Ю.С., Тишуков Б.Н. *Цифровизация управления в организационных системах агропромышленных предприятий*. Воронеж: Научная книга; 2022. 148 с.
 6. Корчагин С.Г., Рындин А.А., Рындин Н.А. *Управление в организационных системах на основе цифровых технологий*. Воронеж: Научная книга; 2025. 248 с.
 7. Львович Я.Е., Сапожников Г.П. Интеллектуализация управления ресурсо-эффективностью некоммерческой образовательной организации с использованием мониторинго-рейтинговой информации. *Моделирование, оптимизация и информационные технологии*. 2017;5(4). URL: <https://moitvvt.ru/ru/journal/article?id=406>
Lvovich Y.E., Sapozhnikov G.P. Intellectualization of resource-efficiency management of a non-profit educational organization with the use of monitoring and rating information. *Modeling, Optimization and Information Technology*. 2017;5(4). (In Russ.). URL: <https://moitvvt.ru/ru/journal/article?id=406>
 8. Максин А.Д., Преображенский А.П. Оптимизация управления персонализированным распределением ресурсного обеспечения в территориальной организационной системе. *Моделирование, оптимизация и информационные технологии*. 2025;13(4). <https://doi.org/10.26102/2310-6018/2025.51.4.065>
Maksin A.D., Preobrazhenskiy A.P. Optimization of management of personalized resource allocation in the territorial organizational system. *Modeling, Optimization and Information Technology*. 2025;13(4). (In Russ.). <https://doi.org/10.26102/2310-6018/2025.51.4.065>
 9. Юдин Д.Б., Юдин А.Д. *Экстремальные задачи в экономике*. Москва: Экономика; 1979. 288 с.
 10. Жариков А.В. Исследование скорости сходимости некоторых алгоритмов блочного линейного программирования. *Известия Алтайского государственного университета*. 2013;1(77):100–105. URL: <https://izvestia.asu.ru/2013/1-1/info-comp/05.ru.html>
Zharikov A.V. The Rate of Convergence of Some Algorithms for Linear Programming Block. *Izvestiya of Altai State University*. 2013;1(77):100–105. (In Russ.). URL: <https://izvestia.asu.ru/2013/1-1/info-comp/05.ru.html>

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРЕ / INFORMATION ABOUT THE AUTHOR

Максин Артем Дмитриевич, аспирант, **Artem D. Maksin**, Postgraduate, Воронежский институт высоких технологий, Institute of High Technologies, Воронеж, Российская Федерация. Russian Federation.
e-mail: mak95@mail.ru

Статья поступила в редакцию 23.03.2026; одобрена после рецензирования 04.05.2026; принята к публикации 11.05.2026.

The article was submitted 23.03.2026; approved after reviewing 04.05.2026; accepted for publication 11.05.2026.