

УДК 681.3

DOI: [10.26102/2310-6018/2026.52.1.011](https://doi.org/10.26102/2310-6018/2026.52.1.011)

## Структурное моделирование процесса управления в организационной системе с альтернативными поставками

Е.А. Шевырева✉

*Воронежский институт высоких технологий, Воронеж, Российская Федерация*

**Резюме.** В статье рассматривается характеристика организационной системы с альтернативными поставками и процесса управления ее на уровне структурного моделирования. Показано, что формирование структурных моделей является предварительным этапом для оптимизационного моделирования, обеспечивающего алгоритмизацию интеллектуальной поддержки принятия решений управляющим центром. Определено, что для дальнейшего использования при оптимизационном моделировании исходной информации структуризация функционирования организационной системы с альтернативными поставками должны включать описание характеристик связей при взаимодействии управляющего центра и объектов организации. Обосновано, что в число этих характеристик должны входить нумерационные множества объектов, поставщиков и стоимости поставок, и показатели, характеризующие эффективность поставок. Целенаправленность достижения определенных результатов деятельности устанавливается требованиями управляющего центра к интегральным затратам и срокам выполнения работ для каждого объекта. Оценено, что непосредственная трансформация структурной модели функционирования исследуемой системы в структуру управления на основе экспертно-оптимизационных решений в большинстве случаев не позволяет выбрать наилучший вариант поставок. В этом случае процесс традиционного управления следует дополнить подсистемой интеллектуальной поддержки управленческих решений. Предлагается интеллектуализацию осуществить путем последовательного решения ряда оптимизационных задач с последующей трансформацией результатов оптимизации в окончательное управленческое решение, обеспечивающее согласование экспертных и формализованных оценок. Указанная последовательность направлена на постепенное снижение задач многоальтернативной оптимизации, начиная от формирования редуцированного множества с переходом к множеству доминирующих вариантов и, наконец, перехода от альтернативных оптимизируемых переменных к параметрическим. Рассмотрена целесообразность перехода к параметрической оптимизации на основе машинного обучения зависимостей показателей эффективности от параметров с использованием ретроспективных данных для объектов, аналогичных текущему состоянию организационной системы с альтернативными поставками.

**Ключевые слова:** организационная система, управление, структурное моделирование, интеллектуальная поддержка принятия решений, экспертный анализ, оптимизация, машинное обучение.

**Для цитирования:** Шевырева Е.А. Структурное моделирование процесса управления в организационной системе с альтернативными поставками. *Моделирование, оптимизация и информационные технологии*. 2026;14(1). URL: <https://moitvvt.ru/ru/journal/pdf?id=2156> DOI: 10.26102/2310-6018/2026.52.1.011

## Structural modeling of management process in organizational system with alternative supplies

E.A. Shevyreva✉

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

**Abstract.** The article examines the characterization of an organizational system with alternative supplies and its management process at the level of structural modeling. It is shown that the formation of structural models is a preliminary stage for optimization modeling, which provides algorithmization of intellectual support for decision-making by the control center. It is determined that for further use in optimization modeling, the structuring of the functioning of an organizational system with alternative supplies should include a description of the characteristics of connections when interacting between the control center and organization objects. It is substantiated that these characteristics should include numerical sets of objects, suppliers, supply costs, and indicators characterizing the effectiveness of deliveries. The purposefulness of achieving certain results of activity is established by the requirements of the control center to integral costs and deadlines for each object. It is assessed that direct transformation of the structural model of the functioning of the studied system into a management structure based on expert-optimization decisions does not allow choosing the best option for supplies in most cases. In this case, the traditional management process should be supplemented with a subsystem of intellectual support for managerial decisions. Intellectualization is proposed to be carried out through sequential solution of several optimization problems followed by transformation of optimization results into final managerial decision ensuring coordination of expert and formalized assessments. This sequence aims at gradual reduction of multi-alternative optimization tasks starting from forming a reduced set transitioning to dominant variants' set and finally moving optimizable variables from alternatives to parameters. The feasibility of transitioning to parametric optimization based on machine learning dependencies of efficiency indicators from parameters using retrospective data for objects similar to the current state of the organizational system with alternative supplies is considered.

**Keywords:** organizational system, management, structural modeling, decision support system, expert analysis, optimization, machine learning.

**For citation:** Shevyreva E.A. Structural modeling of management process in organizational system with alternative supplies. *Modeling, Optimization and Information Technology*. 2026;14(1). (In Russ.). URL: <https://moitvvt.ru/ru/journal/pdf?id=2156> DOI: 10.26102/2310-6018/2026.52.1.011

## Введение

Цифровая трансформация в организационных системах требует не только ориентации на новые модели бизнес-процессов [1], но и переходы к управлению ими на основе цифровых технологий [2]. Одними из классов организационных систем, для которых в полной мере реализуется такая тенденция, являются организационные системы с альтернативными поставками. На практике к этим системам относятся организации строительного профиля [3], использующие платформы цифрового управления [4]. Эффективность управления на базе цифровых платформ определяется их возможностью измерять модели бизнес-процессов [5] путем принятия управленческих решений с применением методов оптимизации [6]. При этом наиболее характерно сочетание административно-экспертных решений и их интеллектуальная поддержка в рамках оптимизационного подхода [7].

Предварительным этапом для осуществления оптимизационного подхода является структурное моделирование совокупности устойчивых отношений, связей и взаимодействий между уровнями и компонентами организации, обеспечивающее ее целостность и целенаправленность [8]. Исследование совокупности отношений требуется провести на двух уровнях [9]:

- взаимодействия управляющего центра и объектов организационной системы;
- взаимодействия компонентов системы управления, обеспечивающего достижения требований к показателям эффективности, которые установлены управляющим центром.

Такого рода исследования являются проблемно ориентированными и требуют учета особенностей организационных систем с альтернативными поставками.

Поэтому целью работы является проблемно ориентированное структурное моделирование организационной системы с альтернативными поставками и процесса управления ее с целью повышения эффективности принимаемых управленческих решений с использованием оптимизационного подхода.

Для достижения поставленной цели в статье решены следующие задачи:

- структурное моделирование функционирования организационной системы с альтернативными поставками;
- структурное моделирование процесса управления в исследуемой организационной системе с учетом использования оптимизации при принятии управленческих решений.

### Материалы и методы

Для того, чтобы сформировать структурную модель, охарактеризуем отношения и связи, которые оказывают влияние на взаимодействие управляющего центра с объектами при выборе наилучшего варианта на множестве альтернативных поставок. В первую очередь, это многокритериальность, связанная с оценками поставок по множеству показателей  $j = \overline{1, J}$ : цена ( $j = 1$ ), качество ( $j = 2$ ), надежность ( $j = 3$ ), условия платежа ( $j = 4$ ), возможность выполнения внеплановых поставок ( $j = 5$ ), финансовое состояние поставщика ( $j = 6$ ). С учетом допустимых интервалов изменения:

$$f_j^{min} \leq f_j \leq f_j^{max}, j = \overline{1, J}, \quad (1)$$

где в данном случае  $J = 6$ .

Во-вторых, следует учитывать однородность номенклатуры  $n = \overline{1, N}$  для всей совокупности объектов организационной системы и индивидуальную потребность в поставках из множества  $n = \overline{1, N}$  объекту  $O_i, i = \overline{1, I}, n_i = \overline{1, N_i} \in \overline{1, N}$ .

Альтернативный характер поставок связан с наличием пула поставщиков по каждой номенклатурной единице

$$m_{ni} = \overline{1, M_{ni}}, \quad (2)$$

где

$$\bigcap_{\substack{i=\overline{1, I} \\ n_i=\overline{1, N_i}}} m_{ni} = m = \overline{1, M}$$

характеризует единое множество внешних организационных систем (поставщиков) для организационной системы в целом. В этом случае показатели для каждого  $m_{ni}$  принимают определенное значение

$$f_{jm_{ni}}, j = \overline{1, J}, i = \overline{1, I}, n = \overline{1, N}, m = \overline{1, M}, \quad (3)$$

а для каждого  $i$ -го объекта на основе значений (3) вычисляются интегральные оценки

$$\varphi_{ji}(f_{jm_{ni}}), j = \overline{1, J}, i = \overline{1, I}. \quad (4)$$

Помимо номенклатурной потребности  $i$ -го объекта в поставках от  $m$ -го поставщика  $m_{ni}, n = \overline{1, N}, i = \overline{1, I}$  при принятии управленческих решений необходимо учитывать:

- требования управляющего центра к интегральным затратам  $C_i^{гр}$  и срокам выполнения работ  $T_i^{пл}$ , связанным с поставками для каждого го объекта,  $i = \overline{1, I}$ ;
- архивные данные мониторинга для объектов, аналогичных  $i$ -му объекту;

- объектная потребность  $i$ -го объекта в поставках от  $m$ -го поставщика –  $V_{mni}$ ;
- стоимость поставки  $i$ -ому объекту  $n$ -ой номенклатурной единицы от  $m$ -го поставщика –  $C_{mni}$ .

Действия управляющего центра организационной системы с альтернативными поставками направлены на учет перечисленных выше данных  $m_{ni}$ ,  $f_{j m_{ni}}$ ,  $V_{mni}$ ,  $C_{mni}$  при выборе взаимодействия  $i$ -го объекта с  $m$ -й внешней организационной системой – поставщиком по поставкам  $n$ -ой номенклатурной единицы. Результаты этого взаимодействия фиксируются в рамках цифрового мониторинга в виде архивных данных для объектов, аналогичных  $i$ -му объекту  $m_{ni}^a$ ,  $f_{j m_{ni}}^a$ ,  $V_{mni}^a$ ,  $C_{mni}^a$ .

Таким образом, управляющий центр становится базовым компонентом прямого и обратного цифрового трансфера. Прямой трансфер позволяет установить для каждого  $i$ -го,  $i = \overline{1, I}$  объекта организационной системы требования по затратам срока поставок в соответствии с потребностями деятельностной среды. Обратный трансфер дает возможность в определенные временные периоды передавать данные цифрового мониторинга от поставщиков на уровне объектного и централизованного управления. Кроме того, в обратный трансфер включаются результаты мониторинга функционирования деятельностной среды объектов, которые получает управляющий центр для принятия корректирующих решений. Значимость цифрового мониторинга определяется также возможностью архивирования ретроспективной информации в случае поставок для некоторой повторяющейся типологии объектов деятельности.

Схема структурной модели взаимодействия управляющего центра с объектами основной организационной системы и внешними организационными системами представлена на Рисунке 1.

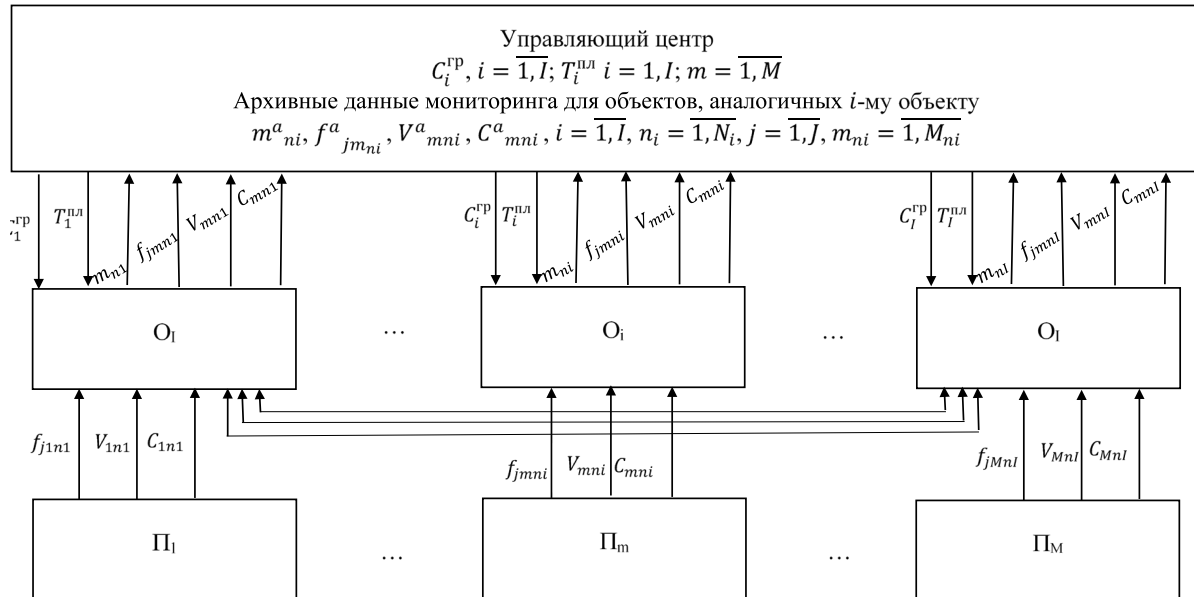


Рисунок 1 – Структурная модель взаимодействия управляющего центра с объектами организационной системы

Figure 1 – Structural model of interaction between the control center and objects of the organizational system

Структурная модель функционирования организационной системы однозначно трансформируется системой административного управления. В этом случае прерогатива всех действий возлагается на экспертов управляющего центра, которые в соответствии с целью управления определяют требования к поставкам с учетом выполнения полного

цикла работ в деятельностной среде объекта. Исходя из этих требований, исходных и мониторинговых данных на экспертном уровне принимаются управленческие решения по выбору вариантов поставок для функционирования каждого объекта. В условиях использования цифровых средств появляется возможность их использования для автоматизации переговорного процесса экспертов и выборки согласованного мнения [10].

Но даже при цифровой форме экспертного оценивания административные решения во многих случаях не являются лучшим вариантом управленческого решения. Изменить эту ситуацию предложено путем организации интеллектуальной поддержки процесса принятия решения на основе оптимизационного и параметрического моделирования. При этом для формирования наиболее перспективных (доминирующих) вариантов в качестве оптимизируемых принимаются переменные, определяющие альтернативу выбора, а для принятия окончательного управленческого решения значения  $f_{jmi}$  на основе параметрической модели (4) с учетом выбранного множества доминирующих вариантов.

Интеллектуальная поддержка административных управленческих решений требует последовательного решения нескольких задач оптимизации. Первая из них состоит в сокращении числа альтернатив при организации поставок каждому объекту организационной системы методом дихотомической редукции [7]. Адекватной оптимизационной моделью для метода является модель многоальтернативной оптимизации, где каждая оптимизируемая переменная  $x_m$ ,  $m = \overline{1, M}$  принимает два значения: 1, если  $m$ -й поставщик привлекается для поставок в деятельную среду  $O_i$ ,  $i = \overline{1, I}$  объектов; 0, в противном случае. Редуцированное множество представляет собой минимальное покрытие  $x_m$ ,  $m = \overline{1, M}$  при установлении граничного количества поставщиков  $n$ -й номенклатурной единицы. Сокращение исходной размерности способствует снижению трудоемкости решения задачи многоальтернативной оптимизации для определения поставщика каждой номенклатурной единицы в деятельную среду  $i$ -го объекта. Результатом является ограниченное число доминирующих вариантов, обеспечивающих компромисс требований по множеству показателей.

Для принятия окончательного управленческого решения необходимо решить задачу оптимизации, при постановке которой осуществляется переход от альтернативного выбора на множестве доминирующих вариантов к определению значений критериев, характеризующих поставщика [11]. Одной из оптимизируемых переменных в этом случае является набор параметров  $f_{jmi}$  и для получения решения используется алгоритм параметрической оптимизации следующей задачи:

$$\begin{aligned} \sum_{i=1}^I \sum_{j=2}^6 a_j \varphi_{ji} (f_{jmi}) &\rightarrow \max_{f_{jmi}}, \\ \sum_{m=1}^M \sum_{n_i=1}^{N_i} c_{mni} \varphi_{1i} &\leq c_i^{\text{гп}}, \quad i = \overline{1, I}, \\ \tau(f_{jmi}) &\leq T_i^{\text{пл}}, \quad i = \overline{1, I}, \\ f_j^{\min} &\leq f_{jmi} \leq f_j^{\max}, \quad j = \overline{1, J}, \quad i = \overline{1, I}, \quad n_i = \overline{1, N_i}, \quad m = \overline{1, M}. \end{aligned} \quad (5)$$

Управленческое решение состоит в выборе поставщика, характеристики которого наиболее близки к оптимальному решению (5)  $f_{jmi}^*$ .

Для идентификации функциональных зависимостей в (5)  $\varphi_{ji}(f_{jmi})$  и  $\tau(f_{jmi})$  используем обучающие выборки, сформированные путем извлечения ретроспективных

данных мониторинга для объектов, аналогичных  $i$ -му объекту и проведем машинное обучение параметрических моделей, интегрируя его с построением модели (5) [12].

Схема структурной модели процесса управления в организационной системе с альтернативными поставками приведена на Рисунке 2.

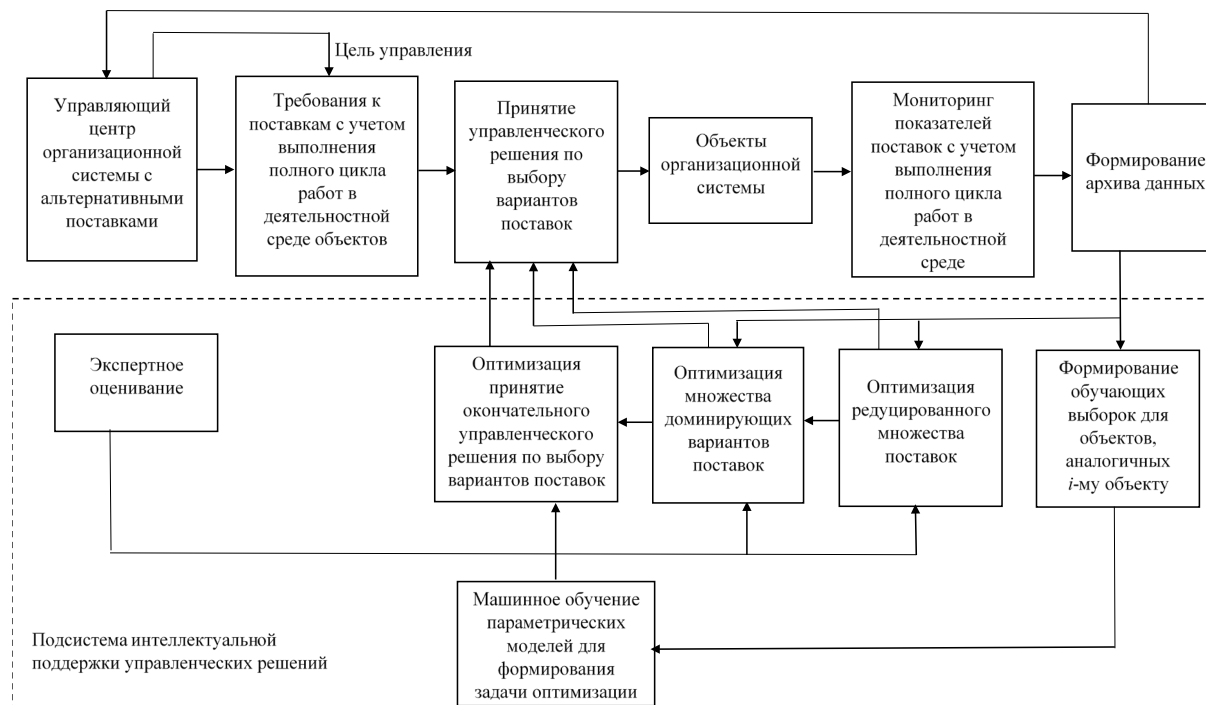


Рисунок 2 – Структурная модель управления организационной системой с альтернативными поставками

Figure 2 – Structural model of organizational system management with alternative supplies

## Результаты и обсуждение

В рамках проведенного исследования проведено структурное моделирование организационной системы с альтернативными поставками и процесса ее управления для повышения эффективности решений на основе оптимизационного подхода. Решение двух ключевых задач позволило получить теоретические и методические результаты, которые служат основой для формирования общих выводов о применении подобных систем.

На основе анализа ключевых отношений была разработана структурная модель функционирования организационной системы (Рисунок 1). Центральным элементом модели выступает цифровой трансфер управляющего центра, выполняющий двунаправленную функцию задания требований к затратам и срокам для объектов системы и аккумуляции данных цифрового мониторинга от поставщиков и объектов для сбора данных и коррекции решений. Данная модель отражает необходимые количественные характеристики связей (нумерационные множества объектов, номенклатуры, поставщиков) и показатели их эффективности, что создает формальную основу для последующей алгоритмизации.

На базе модели функционирования был разработан процесс управления, структурная модель которого представлена на Рисунке 2. Его ключевым результатом является предложенный механизм интеграции административно-экспертных действий с подсистемой интеллектуальной поддержки, реализуемой через поэтапную оптимизацию.



Предложенное двухуровневое моделирование представляет собой целостный подход к созданию предпосылок для интеллектуальной поддержки решений. Важно подчеркнуть, что оптимизация в данном контексте не изменяет, а структурно поддерживает административные решения, представляя эксперту суженное, количественно обоснованное пространство для выбора.

Важнейшим элементом, обеспечивающим работоспособность модели, является использование машинного обучения на основе архивных данных мониторинга. Это превращает предложенную модель в адаптивную систему, способную повышать точность оценок по мере накопления опыта. Таким образом, разработанная на первом этапе структурная модель функционирования создает формализованную основу, которая делает возможным эффективное использование ретроспективной информации для повышения обоснованности управленческих решений.

По сравнению с традиционными административными методами, предложенный подход, основанный на поэтапной оптимизации, позволяет снизить субъективность, учесть многокритериальность и повысить обоснованность выбора. Данная модель сохраняет за экспертом финальное право и ответственность за принятие решения, используя оптимизацию строго как инструмент аналитической поддержки.

Реализация модели на практике сопряжена со следующими вызовами:

- необходима единая платформа для сбора, стандартизации и обработки данных от всех объектов и поставщиков;
- качество и полнота исторических данных в архивах напрямую влияют на точность параметрических моделей и качество решений;
- внедрение требует перераспределения ролей, изменения процессов и обучения персонала работе в новой человеко-машинной системе управления.

Таким образом, разработанная структура управления организационной системой с альтернативными поставками указывает на потенциальный выигрыш в эффективности за счет структурирования данных, поэтапного сокращения альтернатив и интеграции адаптивных моделей. Эти разработки формируют законченный теоретико-методический каркас, который позволяет перейти к обобщающим выводам о целесообразности и основных направлениях интеллектуализации управления организационными системами в современных условиях.

### Заключение

С целью обоснованного перехода от традиционного управления в организационной системе с альтернативными поставками к современному управлению в условиях интенсивной цифровой трансформации бизнеса необходимо создать предпосылки для интеллектуальной поддержки при принятии административно-экспертных решений. Эффективным подходом к организации системы поддержки принятия решений является оптимизационное моделирование.

Первым этапом интеллектуализации управления на основе оптимизационного подхода является структурное моделирование функционирования организационной системы и процесса принятия управленческих решений.

С позиций использования структуризации функционирования организационной системы при формировании оптимизационной модели целесообразно отразить в ней количественные характеристики связей при воздействии управляющего центра с объектами и поставщиками. При этом характеристиками являются как нумерационные множества, отражающие процесс поставок в деятельность среду объектов, так и показатели эффективности деятельности поставщиков.

Структурную модель управления организационной системы с альтернативными поставками следует формировать с направленностью на интеграцию административно-экспертных действий управляющего центра и подсистемы интеллектуальной поддержки принятия управленческих решений. В этом случае приемлемым подходом является поэтапная оптимизация альтернативных поставок от исходного множества через редукцию и многоальтернативный поиск до окончательного выбора на параметрическом уровне.

## СПИСОК ИСТОЧНИКОВ / REFERENCES

1. Вайл П., Ворнер С. *Цифровая трансформация бизнеса: Изменение бизнес-модели для организации нового поколения*. Москва: Альпина Паблишер; 2019. 257 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. 257 p. (In Russ.).
2. Корчагин С.Г., Рындин А.А., Рындин Н.А. *Управление в организационных системах на основе цифровых технологий*. Воронеж: Научная книга; 2025. 248 с.
3. Сокольников В.В. Оперативное управление строительными процессами и их ресурсным обеспечением в строительно-монтажном предприятии. *Вестник гражданских инженеров*. 2017;(1):147–152.  
Sokol'nikov V.V. Operational management of construction processes and the resources procurement in the construction and installation company. *Bulletin of Civil Engineers*. 2017;(1):147–152. (In Russ.).
4. Колчеданцев Л.М., Сокольников В.В. Обоснование платформы автоматизации системы оперативного планирования и управления на строительном предприятии. *Жилищное строительство*. 2015;(4):38–42.  
Kolchedantsev L.M., Sokolnikov V.V. Substantiation of Platform of Automation of Operative Planning and Management System of Construction Company. *Housing Construction*. 2015;(4):38–42. (In Russ.).
5. Гретченко А.И., Горохова И.В. Цифровая платформа: новая бизнес-модель в экономики России. *Вестник Российского экономического университета имени Г.В. Плеханова*. 2019;(1):62–72. <https://doi.org/10.21686/2413-2829-2019-1-62-72>  
Gretchenko A.I., Gorokhova I.V. Digital Platform: A New Business Model in the Russian Economy. *Vestnik of the Plekhanov Russian University of Economics*. 2019;(1):62–72. (In Russ.). <https://doi.org/10.21686/2413-2829-2019-1-62-72>
6. Львович Я.Е., Львович И.Я., Чопоров О.Н. и др. *Оптимизация цифрового управления в организационных системах*. Воронеж: Научная книга; 2021. 191 с.
7. Львович И.Я. *Принятие решений на основе оптимизационных моделей и экспертной информации*. Воронеж: Научная книга; 2023. 232 с.
8. Новосельцев В.И. *Системный анализ: современные концепции*. Воронеж: Издательство «Кварт»; 2003. 360 с.
9. Нечипоренко В.И. *Структурный анализ систем (эффективность и надежность)*. Москва: Советское радио; 1977. 216 с.
10. Трахтенгерц Э.А. *Компьютерная поддержка принятия согласованных групповых решений*. Москва: Новые технологии: Машиностроение; 2002. 24 с.
11. Львович Я.Е., Шевырева Е.А. Оптимизация управления в организационной системе с альтернативными поставками на основе модели и алгоритма многовариантного выбора. *Моделирование, оптимизация и информационные технологии*. 2024;12(4). <https://doi.org/10.26102/2310-6018/2024.47.4.018>



- Lvovich Ya.E., Shevyreva E.A. Optimization of management in an organizational system with alternative supplies based on a multivariate choice model and algorithm. *Modeling, Optimization and Information Technology*. 2024;12(4). (In Russ.). <https://doi.org/10.26102/2310-6018/2024.47.4.018>
12. Донской В.И. Извлечение оптимизационных моделей из данных: применение нейронных сетей. *Таврический вестник информатики и математики*. 2018;(2):71–89.  
Donskoy V.I. Extraction of optimization models from data: an application of neural networks. *Tavricheskii vestnik informatiki i matematiki*. 2018;(2):71–89. (In Russ.).

#### ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРЕ / INFORMATION ABOUT THE AUTHOR

**Шевырева Елена Александровна**, аспирант, **Elena A. Shevyreva**, Postgraduate, Voronezh Воронежский институт высоких технологий, Institute of High Technologies, Voronezh, the Воронеж, Российская Федерация. Russian Federation.  
e-mail: [koluch\\_ledi@mail.ru](mailto:koluch_ledi@mail.ru)

*Статья поступила в редакцию 10.12.2025; одобрена после рецензирования 19.01.2026; принята к публикации 28.01.2026.*

*The article was submitted 10.12.2025; approved after reviewing 19.01.2026; accepted for publication 28.01.2026.*