

УДК 681.3

DOI: [10.26102/2310-6018/2025.51.4.042](https://doi.org/10.26102/2310-6018/2025.51.4.042)

Структурное моделирование информационного взаимодействия производителей и потребителей в цифровизированной организационной системе

А.Н. Пупыкин✉

Воронежский институт высоких технологий, Воронеж, Российская Федерация

Резюме. В работе исследуется оптимизация управления цифровизированной организационной системой (ЦОС) через призму информационного взаимодействия участников процесса заказа. Основное внимание уделено разработке структурной модели системы и алгоритма принятия управленческих решений. Структурная модель организационной системы определяется связями, реализуемыми через среду информационного взаимодействия управляющего центра с объектами производителей, потребителей и агрегаторов. Указанные связи характеризуются количественными значениями показателей эффективности и ресурсов ЦОС, одна часть которых устанавливается в качестве требований, а другая – фиксируется в определенные периоды времени при проведении мониторинга. Структурная модель процесса принятия управленческих решений, во-первых, определяется сочетанием экспертного режима и режима интеллектуальной поддержки, во-вторых – двумя стадиями функционирования и развития при заданном горизонте планирования. Для этих режимов и стадий обоснованы модули управления по распределению ресурсов: между информационными потоками потребителей при формировании заказа; эргатических элементов между неэргатическими элементами ЦОС при выполнении заказа; в условиях развития ЦОС с заданным горизонтом планирования. Интеллектуальная поддержка принятия управленческих решений осуществляется путем интеграции оптимизационного, прогностического моделирования и экспертного оценивания. Основой управления распределением ресурса между информационными потоками является оптимизационная параметрическая модель, а ресурса эргатических элементов – многоальтернативная оптимизационная модель. Для принятия решения по распределению ресурсов развития ЦОС рассмотрено применение прогностических моделей, сформированных путем машинного обучения по данным ретроспективного мониторинга.

Ключевые слова: цифровизация, организационная система, структурное моделирование, управление, оптимизация, прогнозирование.

Для цитирования: Пупыкин А.Н. Структурное моделирование информационного взаимодействия производителей и потребителей в цифровизированной организационной системе. *Моделирование, оптимизация и информационные технологии.* 2025;13(4). URL: <https://moitvvt.ru/ru/journal/pdf?id=2075> DOI: 10.26102/2310-6018/2025.51.4.042

Structural modeling of information interaction between producers and consumers in a digitalized organizational system

A.N. Pupykin✉

Voronezh Institute of High Technologies, Voronezh, the Russian Federation

Abstract. This study investigates the optimization of management in a digitalized organizational system (DOS) through the lens of information interaction among participants in the ordering process. The primary focus is on the development of a structural model of the system and a management decision-making algorithm. The structural model of the organizational system is defined by the connections facilitated through an information interaction environment between the management center and the entities of producers, consumers, and aggregators. These connections are characterized by quantitative values of the DOS performance and resource indicators. One subset of these indicators is established as requirements, while the other is recorded during monitoring at specific time periods. The structural

model of the management decision-making process is, firstly, defined by the combination of an expert mode and an intelligent support mode, and, secondly, by two stages: operation and development, within a given planning horizon. For these modes and stages, resource allocation management modules are substantiated: for allocating resources among consumer information flows during order formation; for allocating ergodic elements among non-ergodic elements of the DOS during order fulfillment; and for development conditions of the DOS within a given planning horizon. Intelligent support for management decisions is implemented through the integration of optimization, predictive modeling, and expert assessment. The foundation for managing the allocation of resources among information flows is a parametric optimization model, while the allocation of ergodic elements is based on a multi-alternative optimization model. For making decisions on the allocation of DOS development resources, the application of predictive models, trained via machine learning on retrospective monitoring data, is considered.

Keywords: digitalization, organizational system, structural modeling, management, optimization, forecasting.

For citation: Pupykin A.N. Structural modeling of information interaction between producers and consumers in a digitalized organizational system. *Modeling, Optimization and Information Technology*. 2025;13(4). (In Russ.). URL: <https://moitvvt.ru/ru/journal/pdf?id=2075> DOI: 10.26102/2310-6018/2025.51.4.042

Введение

В настоящее время в полной мере определилась приоритетность цифровой трансформации для повышения эффективности бизнеса [1]. Активная цифровая трансформация в организационных системах разной направленности привела к необходимости параллельного управления в материальной и информационной средах [2]. Одним из классов такого рода систем являются цифровизированные организационные системы (ЦОС) [3], обеспечивающие взаимодействие производителей результатов деятельности и их потребителей на базе цифровых платформ [4]. Главной особенностью указанных систем является требование при принятии управленческих решений адекватного отражения в информационной среде процесса, происходящего в материальной среде. При этом к цели управления в материальной среде, состоящей в максимизации доходов производителей при ограниченности объемов средств потребителей, добавляются характеристики целей при разработке средств информационного взаимодействия: производительность, надежность, затраты. Определение конкретных целевых установок и механизмов их достижения зависит от функций, реализуемых ЦОС. В случае реализации функции формирования заказа целевая установка направлена на обеспечение эффективного распределения информационных потоков с учетом доходов производителей и объемов средств потребителей в материальной среде. При реализации функции выполнения заказа целевая установка связана с обеспечением требований к производительности, надежности и затратам осуществления процесса цифрового трансфера преобразования материальных потоков в человеко-машинной среде ЦОС.

На практике рассматриваемые ЦОС, основанные на информационном взаимодействии производителей и потребителей, реализуют функции электронного бизнеса [5]. При этом исследования, ориентированные на эту сферу цифровой трансформации, ориентированы на классификационные аспекты и структуры организационных моделей [6]. Однако дальнейшее развитие возможностей структурного моделирования с ориентацией на применение мониторинга и прогнозирования не рассматриваются.

Таким образом, для преодоления отмеченного ограничения существующих исследований данная статья ставит своей целью разработку структурно-модельного аппарата, предназначенного для интеллектуальной поддержки управления ЦОС.

Указанный аппарат интегрирует возможности оптимизационного и прогностического моделирования.

Логика исследования для достижения цели включает последовательное решение двух ключевых задач:

- формализацию структуры информационного взаимодействия «производитель-потребитель» в ЦОС;
- структурное моделирование процесса принятия управленческих решений, нацеленных на повышение эффективности информационного взаимодействия производителей и потребителей в ЦОС.

Материалы и методы

Для достижения поставленной цели в работе применяется метод структурного моделирования. Материалом для исследования служит описание цифровизированной организационной системы (ЦОС), обеспечивающей взаимодействие производителей и потребителей. Ниже формализованы основные компоненты системы, их характеристики и взаимосвязи, составляющие основу для последующего моделирования.

Для осуществления структурного моделирования прежде всего охарактеризуем основных участников информационного взаимодействия. Управляющий центр организационной системы осуществляет координацию всех остальных участников путем:

- установления требований к ресурсам информационного взаимодействия и показателям эффективности на стадиях функционирования и развития ЦОС с заданным горизонтом планирования на временные периоды $t = \overline{1, T}$;
- экспертного оценивания результатов мониторинга функционирования ЦОС за временные периоды $t_1 = \overline{1, T_1}$;
- обеспечение цифрового трансфера данных через среду информационного взаимодействия.

Кроме управляющего центра в процесс цифрового трансфера включены:

- объекты производители $O_i, i = \overline{1, I}$;
- объекты потребители $P_j, j = \overline{1, J}$;
- объекты агрегаторов заказов потребителей $A_u, u = \overline{1, U}$.

Для каждого из перечисленных объектов введем определенные характеристики ресурсов информационного взаимодействия:

- со стороны производителей – объем генерируемых информационных потоков, характеризуемый для объекта O_i , величиной $V_i, i = \overline{1, I}$, с последующим распределением между элементами $V_{in}, i = \overline{1, I}, n = \overline{1, N}$;
- со стороны потребителей – объем потребляемых информационных потоков, который для объекта P_j , определяется величиной $V_j, j = \overline{1, J}$. Данный ресурс распределяется по m -м категориям результатов деятельности производителей как $V_{jm}, j = \overline{1, J}, m = \overline{1, M}$;
- со стороны агрегаторов – количество эргатических элементов $w_{ri} = \overline{1, W_{ri}}$, взаимодействующих с неэргатическим элементом ЦОС $r_i = \overline{1, R_i}, i = \overline{1, I}$.

Эффективность функции формирования заказа потребителей, выражаемая в доходах i -го объекта производителя $d_i, i = \overline{1, I}$ и объемах средств j -го объекта-потребителя $S_{jm}, j = \overline{1, J}, m = \overline{1, M}$, напрямую определяется распределением интегрального уровня ресурсов V^o, V^{Π} , устанавливаемых управляющим центром, между производителями $V_{in}, i = \overline{1, I}, n = \overline{1, N}$ и потребителями $V_{jm}, j = \overline{1, J}, m = \overline{1, M}$.

По этим показателям управляющий центр устанавливает максимальные и минимальные значения: $d_i^{\max}, d_i^{\min}, d_{in}^{\max}, d_{in}^{\min}, S_j^{\max}, S_j^{\min}, S_{jm}^{\max}, S_{jm}^{\min}$.

Функции выполнения заказа потребителей, кроме ресурса $w_{ri} = \overline{1, W_{ri}}$, зависит от временных и надежностных показателей.

t_{wriu} – временные затраты w -го эргатического элемента, связанного с r -м неэргатическим элементом i -го производителя, на доставку заказа в пункт получения u -го локального агрегатора;

q_{ri}^H – вероятность ошибки r -го неэргатического элемента i -го производителя;

q_{wriu}^3 – вероятность ошибки w -го эргатического элемента, связанного с r -м неэргатическим элементом i -го производителя и u -м локальным агрегатором;

z_{wriu}^3 – эксплуатационные расходы на функционирование w -го эргатического элемента, связанного с r -м неэргатическим элементом i -го производителя и u -м локальным агрегатором.

Поэтому управляющий центр устанавливает требования и распределения интегрального уровня ресурса W по ряду показателей эффективности: производительность μ , максимальному времени выполнения заказа T^{\max} , надежность Q , затраты Z . Определение этих показателей через приведенные выше характеристики рассмотрены в [7].

При традиционном режиме управления эксперты управляющего центра оценивают результаты мониторинга за временные периоды $t_1 = \overline{1, T_1}$ и определяют программы развития ресурсов информационного взаимодействия, ориентируясь на восходящий тренд показателей эффективности в рамках горизонта планирования $t = \overline{1, T}$.

Модель структуры информационных связей между управляющим центром и компонентами ЦОС приведена на Рисунке 1.

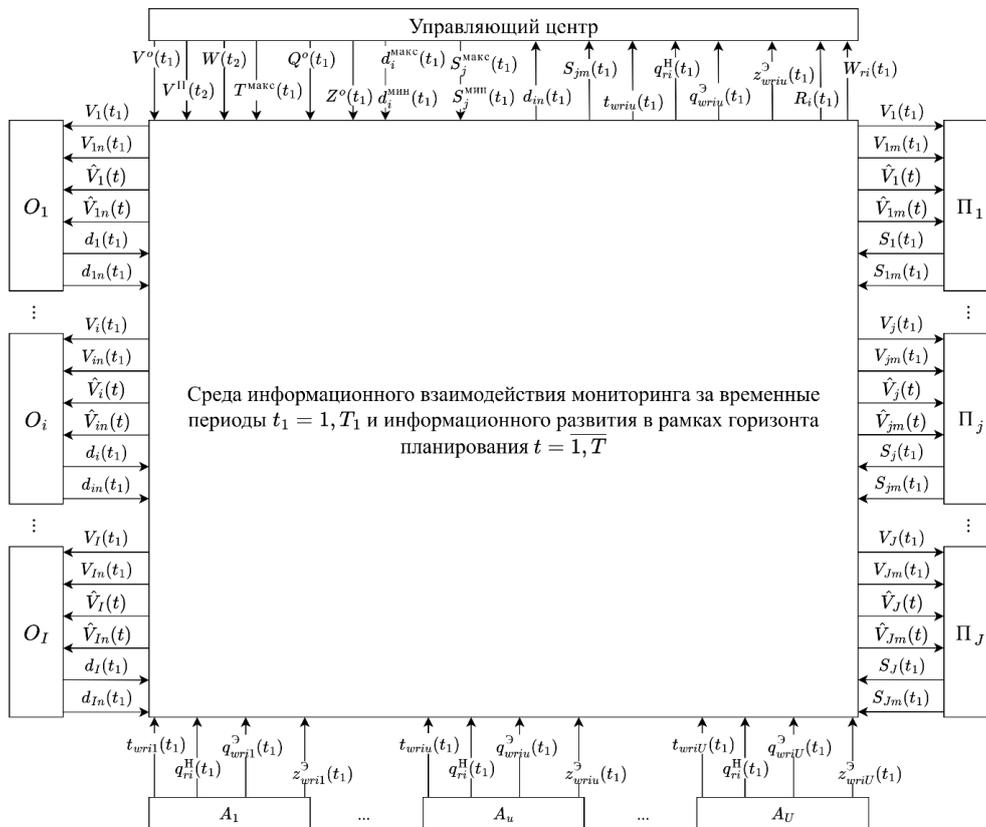


Рисунок 1 – Модель структуры информационных связей между управляющим центром и компонентами ЦОС

Figure 1 – A model of the structure of information links between the management center and the components of the digitalized organizational system (DOS)

Результаты и обсуждение

Результатом структурного моделирования процесса принятия решений является совокупность оптимизационных моделей. Традиционно процесс принятия управленческих решений в организационных системах, обеспечивающих взаимодействие производителей и потребителей на уровне материальных потоков, осуществляется на основе экспертных оценок [2]. В ЦОС параллельно реализуется управление информационным взаимодействием, отражающим материальные потоки в цифровом формате [3]. На основании требований управляющего центра эксперты принимают управленческие решения по:

- распределению ресурса V^o между информационными потоками $V_i, i = \overline{1, I}$ и $V_{in}, i = \overline{1, I}, n = \overline{1, N}$ производителей при формировании заказа;
- распределению ресурса V^{Π} между информационными потоками $V_j, j = \overline{1, J}$ и $V_{jm}, j = \overline{1, J}, m = \overline{1, M}$ потребителей при формировании заказа;
- распределению ресурса W путем сбалансированного взаимодействия неэргатических и эргатических элементов при выполнении заказа потребителями;
- планированию ресурсов развития ЦОС на временные периоды $t = \overline{1, T}$.

Мониторинг характеристик и показателей ЦОС в режиме экспертного принятия решения позволяет зафиксировать значения временных рядов за периоды $t_1 = \overline{1, T_1}$. Результаты мониторинга позволяют с одной стороны корректировать экспертные оценки на каждый временной период $t_1 = \overline{2, T_1}$, а с другой – организовать интеллектуальную поддержку принятия экспертных решений на основе интеграции методов оптимизационного и прогностического моделирования с методами экспертного оценивания [8].

Для принятия решений при управлении распределением ресурса V^o вводятся коэффициенты распределения:

$$\alpha_i, i = \overline{1, I}, \alpha_i^{\min} \leq \alpha_i \leq \alpha_i^{\max}, 0 \leq \alpha_i \leq 1, \sum_{i=1}^I \alpha_i = 1, \quad (1)$$

$$\beta_{in}, i = \overline{1, I}, n = \overline{1, N}, \beta_{in}^{\min} \leq \beta_{in} \leq \beta_{in}^{\max}, 0 \leq \beta_{in} \leq 1, \sum_{n=1}^N \beta_{in} = 1, i = \overline{1, I}, \quad (2)$$

которые при оптимизационном моделировании рассматриваются как оптимизируемые переменные. Влияние (1), (2) на показатели эффективности d_i, d_{in} достигается выбором граничных оценок интервалов

$$\alpha_i^{\min} = \frac{d_i^{\min}}{\sum_{i=1}^I d_i^{\min}}, \alpha_i^{\max} = \frac{d_i^{\max}}{\sum_{i=1}^I d_i^{\max}}, \quad (3)$$

$$\beta_{in}^{\min} = \frac{d_{in}^{\min}}{\sum_{n=1}^N d_{in}^{\min}}, \beta_{in}^{\max} = \frac{d_{in}^{\max}}{\sum_{n=1}^N d_{in}^{\max}}. \quad (4)$$

В (11) с учетом соотношений

$$V_i = \alpha_i V^o, i = \overline{1, I}, \quad V_{in} = \beta_{in} V_i, i = \overline{1, I} \quad (5)$$

сформирована параметрическая оптимизационная модель, учитывающая еще один показатель эффективности, – затраты, связанные со средней величиной затрат i -го объекта производителей на один элемент информационного взаимодействия n -го вида C_{in} и с учетом (3), (4).

$$\sum_{i=1}^I \alpha_i \sum_{n=1}^N \beta_{in} C_{in} V^o \rightarrow \min_{\alpha_i, \beta_{in}}, \quad (6)$$

$$\alpha_i^{\min} \leq \alpha_i \leq \alpha_i^{\max}, \sum_{i=1}^I \alpha_i = 1,$$

$$\beta_{in}^{\min} \leq \beta_{in} \leq \beta_{in}^{\max}, \sum_{n=1}^N \beta_{in} = 1, i = \overline{1, I}.$$

На основании решения задачи оптимизации (6) определяются значения α_i^* , β_{in}^* и по соотношениям (5) устанавливается управленческое решение:

$$V_i^*, i = \overline{1, I}, V_{in}^*, i = \overline{1, I}, n = \overline{1, N}.$$

Аналогично интеллектуальная поддержка распределения V^{Π} на основе оптимизационного моделирования по коэффициентам распределения

$$\gamma_j, j = \overline{1, J}, \gamma_j^{\min} \leq \gamma_j \leq \gamma_j^{\max}, 0 \leq \gamma_j \leq 1, \sum_{j=1}^J \gamma_j = 1, \quad (7)$$

$$\delta_{jm}, j = \overline{1, J}, m = \overline{1, M}, \delta_{jm}^{\min} \leq \delta_{jm} \leq \delta_{jm}^{\max}, 0 \leq \delta_{jm} \leq 1, \sum_{m=1}^M \delta_{jm} = 1, \quad (8)$$

$$j = \overline{1, J},$$

где связь с показателями эффективности осуществляется через граничные условия:

$$\gamma_j^{\min} = \frac{S_j^{\min}}{\sum_{j=1}^J S_j^{\min}}, \gamma_j^{\max} = \frac{S_j^{\max}}{\sum_{j=1}^J S_j^{\max}}, \quad (9)$$

$$\delta_{jm}^{\min} = \frac{S_{jm}^{\min}}{\sum_{m=1}^M S_{jm}^{\min}}, \delta_{jm}^{\max} = \frac{S_{jm}^{\max}}{\sum_{m=1}^M S_{jm}^{\max}}, j = \overline{1, J} \quad (10)$$

и затратами потребителя при средней величине затрат j -го потребителя на один элемент информационного взаимодействия m -й категории C_{jm} .

С учетом (7)–(10) в [9] получена следующая оптимизационная модель:

$$\sum_{j=1}^J \gamma_j \sum_{m=1}^M \delta_{jm} C_{jm} V^{\Pi} \rightarrow \min_{\gamma_j, \delta_{jm}},$$

$$\gamma_j^{\min} \leq \gamma_j \leq \gamma_j^{\max}, \sum_{j=1}^J \gamma_j = 1, \quad (11)$$

$$\delta_{jm}^{\min} \leq \delta_{jm} \leq \delta_{jm}^{\max}, \sum_{m=1}^M \delta_{jm} = 1, m = \overline{1, M}.$$

Интеллектуальная поддержка определяется управленческим решением, основанным на оптимальных значениях γ_j^* , δ_{jm}^* в соответствии с (11).

$$V_j^* = \gamma_j^* V^{\Pi}, j = \overline{1, J}, V_{jm}^* = \delta_{jm}^* \gamma_j^* V^{\Pi}, j = \overline{1, J}, m = \overline{1, M}.$$

Основой интеллектуальной поддержки принятия управленческих решений при распределении ресурса W для функции выполнения заказа потребителей является оптимизационная модель, в которой в качестве экстремального требования принимается производительность ЦОС, оценивая интенсивность выполнения заказов

$$\mu = \frac{1}{T_{\max}},$$

а граничных – предельные значения надежности (вероятности отказа в выполнении заказа) Q^o и затрат Z^o , установленные управляющим центром.

В качестве оптимизируемых переменных принимаются альтернативные оценки выбора оптимального количества эргатических элементов w_{ri}^* , сбалансированного с $r_i = \overline{1, R_i}$ неэргатическими элементами.

$$x_{wri} = \begin{cases} 1, & \text{если } w_{ri} = w_{ri}^* \\ 0, & \text{в противном случае,} \end{cases}$$

$$w_{ri} = \overline{1, W_{ri}}, r_i = \overline{1, R_i}, i = \overline{1, I}. \quad (12)$$

Для переменных (12) в [7] определены функции $\mu = \psi_1(x_{wri})$, $Q = \psi_2(x_{wri})$, $Z = \psi_3(x_{wri})$ и сформирована оптимизационная модель:

$$\begin{aligned} \psi_2(x_{wri}) &\leq Q^o, \quad \psi_3(x_{wri}) \leq Z^o, \\ x_{wri} &= \begin{cases} 1, & w_{ri} = \overline{1, W_{ri}}, \\ 0, & r_i = \overline{1, R_i}, \quad i = \overline{1, I}. \end{cases} \end{aligned} \quad (13)$$

С использованием модели многоальтернативной оптимизации (13) находится $x_{wri}^* = 1$ и принимается управленческое решение w_{ri}^* для тех $w_{ri} = \overline{1, W_{ri}}$, для которых по условию (12) $x_{wri}^* = 1$.

С целью интеллектуальной поддержки принятия управленческого решения по планированию ресурсов развития ЦОС используется процедура интеллектуальной оптимизации [10], основанная на сочетании машинного обучения прогностических моделей для временных интервалов $t = \overline{1, T}$ в рамках горизонта планирования и оптимизационного моделирования.

Машинное обучение осуществляется по данным ретроспективного мониторинга за временные периоды $t_1 = \overline{1, T_1}$:

- при формировании заказа потребителей

$$V_{in}(t_1), d_{in}(t_1), \quad (14)$$

$$V_{jm}(t_1), S_{jm}(t_1); \quad (15)$$

- при выполнении заказа потребителей

$$R_i(t_1), W_{ri}(t_1), \mu(t_1). \quad (16)$$

Прогностические модели строятся для оценок темпов изменения интегральных характеристик доходов производителя $D(t)$, объемом средств потребителя $S(t)$, используемых при информационном взаимодействии ресурсов $V^o(t)$, $V^{\Pi}(t)$, $W(t)$.

Эти модели рассматриваются с учетом восходящего тренда развития как зависимость экстремального требования от оптимизируемых переменных, определяющих распределение интегральных ресурсов ЦОС V_1 , V_2 , W , которые устанавливаются управляющим центром в рамках всего горизонта планирования T , между временными интервалами

$$V_1(t), V_2(t); W(t), t = \overline{1, T}.$$

Полученные оптимальные решения $V^{o*}(t)$, $V^{\Pi*}(t)$, $W^*(t)$ рассматриваются в качестве требований управляющего центра для решения задач оптимизации (6), (11), (13) по интеллектуальной поддержке принятия управленческих решений в рамках горизонта планирования развития ЦОС.

Структурная модель управления в ЦОС на основе интеллектуальной поддержки принятия решений с использованием оптимизационного и прогностического моделирования информационного взаимодействия производителей и потребителей приведена на Рисунке 2.

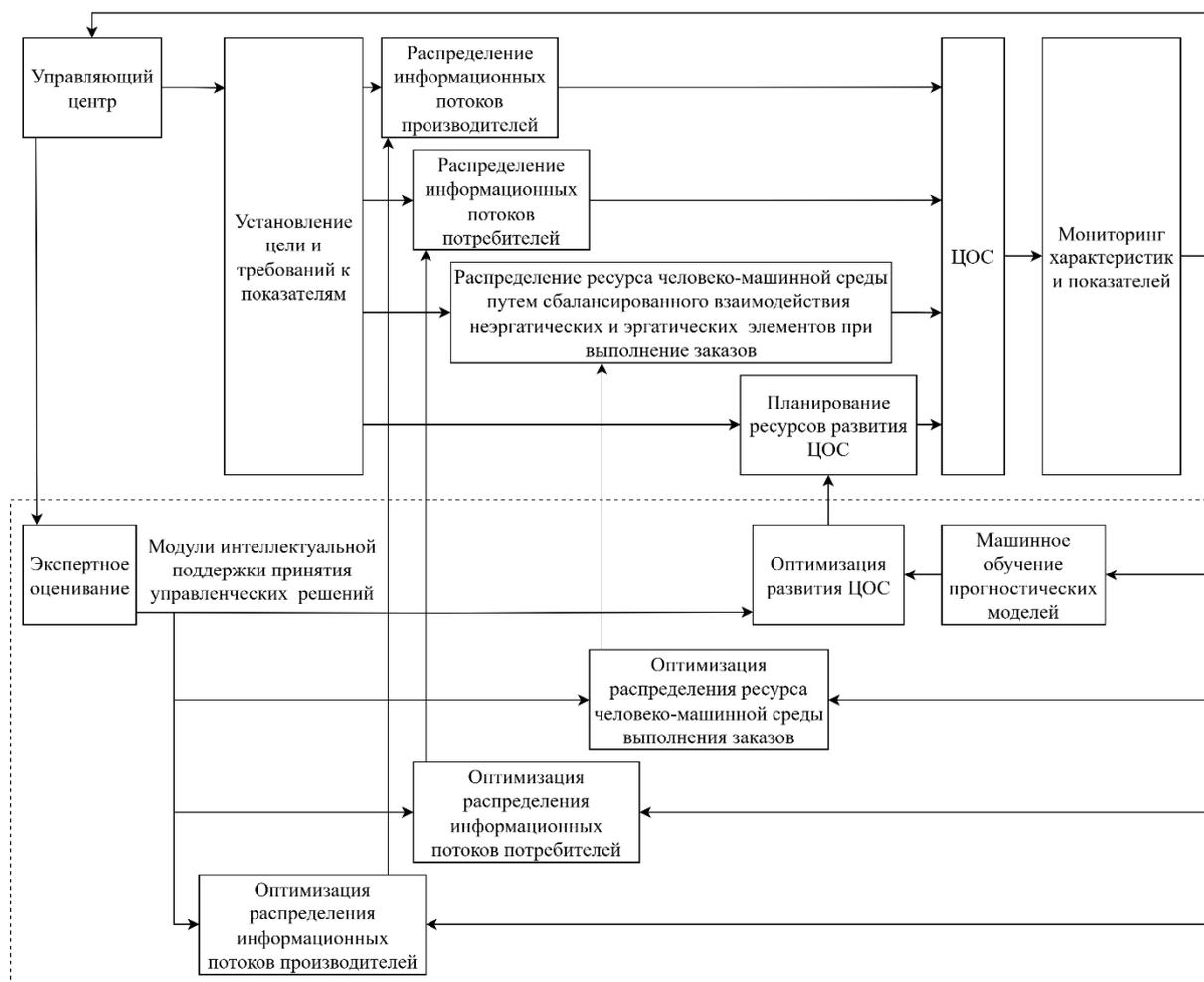


Рисунок 2 – Структурная модель управления в ЦОС на основе интеллектуальной поддержки принятия управленческих решений с использованием оптимизационного и прогностического моделирования информационного взаимодействия производителей и потребителей
Figure 2 – Structural management model in the DOS based on intelligent decision-making support employing optimization and predictive modeling of information interaction between producers and consumers

Заключение

В результате проведенного исследования был разработан структурно-модельный аппарат для интеллектуальной поддержки управления ЦОС. Основные выводы работы заключаются в следующем.

Одним из важных этапов исследований, обеспечивающих эффективное управление функционированием и развитием в ЦОС с учетом информационного взаимодействия производителей и потребителей результатов деятельности при формировании и выполнении заказов потребителей является этап структурного моделирования как непосредственно организационной системы, так и процесса принятия управленческих решений.

Структурное моделирование на уровне организационной системы основано на характеристике информационного взаимодействия производителей, потребителей и агрегаторов с управляющим центром по основным показателям эффективности и ресурсам ЦОС.

Структурное моделирование процесса принятия управленческих решений связывает экспертный режим и режим интеллектуальной поддержки принятия решений по распределению ресурсов информационного взаимодействия между объектами на стадии функционирования ЦОС при формировании заказа потребителей, ресурса эргатических элементов при их взаимодействии с неэргатическими элементами и планированию указанных ресурсов на будущие периоды развития ЦОС.

В структуру интеллектуальной поддержки принятия управленческих решений включаются модули оптимизационного параметрического и многоальтернативного моделирования, а также модули прогностического моделирования по данным ретроспективного мониторинга ЦОС.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ / REFERENCES

1. Мрочковский Н.С., Ляндау Ю.В., Пушкин И.С., Кривоногов Е.А. Основные тенденции цифровой трансформации бизнеса. *Экономика и предпринимательство*. 2019;(4):89–91.
Mrochkovsky N.S., Lyandau Yu.V., Pushkin I.S., Krivonogov Ye.A. Main Tendencies of Digital Transformation of Business. *Ekonomika i predprinimatel'stvo*. 2019;(4):89–91. (In Russ.).
2. 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.).
3. Корчагин С.Г., Рындин А.А., Рындин Н.А. *Управление в организационных системах на основе цифровых технологий*. Воронеж: Научная книга; 2025. 248 с.
4. 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>
5. Назаров В.А. Развитие новых информационных технологий, обеспечивающих эффективное функционирование электронного бизнеса. *Экономика и социум: современные модели развития*. 2017;(15):54–66.
Nazarov V.A. The Development of New Information Technologies to Ensure Efficient Functioning of E-Business. *Economics and Society: Contemporary Models of Development*. 2017;(15):54–66. (In Russ.).
6. Сидорова О.В. Виды и организационные модели электронной коммерции в современной экономике. *Креативная экономика*. 2012;(1):95–100.
Sidorova O.V. Types and Organization Models of Electronic Commerce in Modern Economy. *Creative Economy*. 2012;(1):95–100. (In Russ.).
7. Львович Я.Е., Преображенский Ю.П., Пупыкин А.Н. Оптимизация управления функцией выполнения заказа потребителей в цифровизированной организационной системе их взаимодействия с производителями. *Моделирование, оптимизация и информационные технологии*. 2025;13(1). <https://doi.org/10.26102/2310-6018/2025.48.1.043>
Lvovich Ya.E., Preobrazhensky Yu.P., Pupykin A.N. Optimization of Consumer Order Fulfillment Management in a Digitalized Organizational System of Interaction with

- Producers. *Modeling, Optimization and Information Technology*. 2025;13(1). (In Russ.). <https://doi.org/10.26102/2310-6018/2025.48.1.043>
8. Львович И.Я. *Принятие решений на основе оптимизационных моделей и экспертной информации*. Воронеж: Научная книга; 2023. 231 с.
 9. Львович Я.Е., Пупыкин А.Н. Интеллектуализация управления в организационных системах с цифровым концентратором результатов деятельности на основе оптимизационного моделирования. *Моделирование, оптимизация и информационные технологии*. 2024;12(2). <https://doi.org/10.26102/2310-6018/2024.45.2.018>
Lvovich Ya.E., Pupykin A.N. Intellectualization of Management in Organizational Systems with a Digital Hub of Performance Results Based on Optimization Modeling. *Modeling, Optimization and Information Technology*. 2024;12(2). (In Russ.). <https://doi.org/10.26102/2310-6018/2024.45.2.018>
 10. Донской В.И. Интеллектуальная оптимизация на основе машинного обучения: современное состояние и перспективы (обзор). *Таврический вестник информатики и математики*. 2020;(1):32–63. <https://doi.org/10.37279/1729-3901-2020-19-1-32-63>
Donskoy V.I. Intelligent Optimization Based on Machine Learning: State of Art and Perspectives (A Survey). *Tavriceskij vestnik informatiki i matematiki*. 2020;(1):32–63. (In Russ.). <https://doi.org/10.37279/1729-3901-2020-19-1-32-63>

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРЕ / INFORMATION ABOUT THE AUTHOR

Пупыкин Алексей Николаевич, аспирант, **Alexey N. Pupykin**, Postgraduate, Voronezh
Воронежский институт высоких технологий, Institute of High Technologies, Voronezh, the
Воронеж, Российская Федерация. Russian Federation.
e-mail: mymailvrn98@gmail.com

*Статья поступила в редакцию 14.09.2025; одобрена после рецензирования 26.10.2025;
принята к публикации 19.11.2025.*

*The article was submitted 14.09.2025; approved after reviewing 26.10.2025;
accepted for publication 19.11.2025.*