

УДК 681.3

DOI [10.26102/2310-6018/2025.51.4.045](https://doi.org/10.26102/2310-6018/2025.51.4.045)

Структуризация цифровизированной организационной системы обслуживания заказов потребителей и процесса управления

А.Ю. Бакулин✉

Воронежский институт высоких технологий, Воронеж, Российская Федерация

Резюме. В статье рассматриваются результаты исследований, предваряющие реализацию процесса принятия управленческих решений с использованием оптимизационного моделирования. Эти исследования направлены на формирование структуры моделей функционирования цифровизированной организационной системы обслуживания заказов потребителей в физической и информационной средах и управления ею. Структуризация функционирования организационной системы в физической среде проведена с целью установления характеристик процесса обслуживания заказов потребителей, соответствующих связям управляющего центра с объектами как на уровне установленных требований, так и на уровне мониторингового оценивания. Структурное моделирование функционирования информационной среды обслуживания заказов потребителей связано с анализом цифровизированной организационной системы как человека-машинной системы, что позволяет характеризовать связь управляющего центра с объектами, показателями и параметрами взаимодействия автоматизированных устройств (неэргатических элементов) и персонала (эргатических элементов). Построение структурной модели процесса управления в физической среде организационной системы определяется совмещением режима принятия решения на экспертном уровне с использованием модулей интеллектуальной поддержки. При этом решения направлены на выбор топологии объединения автоматизированных устройств обслуживания в объекты, варианта ценовой политики, варианта распределения ресурсов и развития системы. В первых задачах интеллектуальная поддержка обеспечивается путем встраивания процедуры многоальтернативной оптимизации в имитационное моделирование организационной системы. Последняя задача связана с оптимизацией распределения ресурса развития на основе прогностической модели, получаемой путем машинного обучения с использованием ретроспективных данных мониторинга. В случаях структурного моделирования процесса управления информационной средой обслуживания заказов потребителей интеллектуальная поддержка основана на параметрической оптимизации сбалансированности количества неэргатических и эргатических элементов каждого объекта с целью обеспечения экстремальных и граничных требований по показателям эффективности.

Ключевые слова: организационная система, структурное моделирование, управление, интеллектуальная поддержка, принятие решений, оптимизация.

Для цитирования: Бакулин А.Ю. Структуризация цифровизированной организационной системы обслуживания заказов потребителей и процесса управления. *Моделирование, оптимизация и информационные технологии*. 2025;13(4). URL: <https://moitvvt.ru/ru/journal/pdf?id=2084> DOI: 10.26102/2310-6018/2025.51.4.045

Structuring a digitalized organizational system for customer service and management process

A.Yu. Bakulin✉

Voronezh Institute of High Technologies, Voronezh, the Russian Federation

Abstract. The article discusses the research results leading up to the implementation of the management decision-making process using optimization modeling. These studies are aimed at forming the structure of models for the functioning of a digitalized organizational system for servicing consumer orders in physical and information environments and its management. The structuring of the functioning of the organizational system in the physical environment was carried out in order to establish the characteristics of the customer order service process corresponding to the relations of the management center with the facilities both at the level of established requirements and at the level of monitoring assessment. Structural modeling of the functioning of the information environment for customer service is associated with the analysis of a digitized organizational system as a human-machine system, which makes it possible to characterize the relationship of the control center with objects, indicators and parameters of interaction between automated devices (non-ergatic elements) and personnel (ergatic elements). The construction of a structural model of the management process in the physical environment of an organizational system is determined by combining the decision-making mode at the expert level with the use of intellectual support modules. At the same time, the solutions are aimed at choosing a topology for combining automated service devices into facilities, a pricing policy option, a resource allocation option, and system development. In the first tasks, intellectual support is provided by embedding a multi-alternative optimization procedure in the simulation of an organizational system. The last task is related to optimizing the allocation of development resources based on a predictive model obtained by machine learning using retrospective monitoring data. In cases of structural modeling of the process of managing the information environment for customer service, intelligent support is based on parametric optimization of balancing the number of non-ergatic and ergatic elements of each object in order to ensure extreme and marginal performance requirements.

Keywords: organizational system, structural modeling, management, intellectual support, decision making, optimization.

For citation: Bakulin A.Yu. Structuring a digitalized organizational system for customer service and management process. *Modeling, Optimization, and Information Technology*. 2025;13(4). (In Russ.). URL: <https://moitvvt.ru/ru/journal/pdf?id=2084> DOI: 10.26102/2310-6018/2025.51.4.045

Введение

Повышение эффективности функционирования организационных систем, деятельность которых связана с обслуживанием заказов потребителей, в условиях активной цифровой трансформации достигается за счет формирования новых структур бизнес-моделей [1]. Особенно важен такой подход при цифровой трансформации сферы услуг, использующей для выполнения заказов потребителя автоматизированные устройства [2] и на их основе дистанционное обслуживание [3].

В [4] определен общий подход к построению цифровизированных организационных систем с основным акцентом на осуществление управления информационным потоком на базе универсальных цифровых платформ [5]. Системы обслуживания заказов потребителей с использованием автоматизированных устройств требуют учета ряда особенностей:

- различие процессов объединения действий автоматизированных устройств при обслуживании заказов потребителей в физической и информационной среде;
- необходимость принятия управленческих решений, связанных со структурой интеграции устройств для каждого объекта системы;
- требование учета характеристик человеко-машинной среды при принятии решений по функционированию автоматизированных устройств в информационной системе обслуживания заказов потребителей;
- зависимость выбора оптимального варианта управления обслуживанием заказов потребителей не только от интегрированных показателей эффективности

функционирования автоматизированных устройств в рамках организационной системы, но и от показателей лояльности клиентов;

- ориентация на потоки заказов потребителей, преобразуемых при взаимодействии персонала организационной системы с автоматизированными устройствами;

- возможность планирования развития системы по ретроспективным данным цифрового мониторинга.

Возникает необходимость цифрового управления в организационной системе, ориентированного на эти особенности. С этой целью предложены оптимизационные модели и на их основе процедуры принятия управленческих решений как в физической [6], так и информационных [7] средах процесса обслуживания заказов потребителей. Однако в этих работах не учтено влияние всех перечисленных выше особенностей. С позиции системного анализа [8] полный учет и систематизация особенностей требует предварительного структурного моделирования исследуемой сложной системы.

Поэтому целью статьи является проведение структурного моделирования, ориентированного на учет особенностей при характеристике взаимодействия управляющего центра с объектами цифровизированной организационной системы, позволяющей организовать процесс принятия управленческих решений с использованием оптимизационного подхода.

Для достижения указанной цели необходимо решить следующие задачи:

- сформировать структурные модели цифровизированной организационной системы обслуживания заказов потребителей в физической и информационной средах;
- провести структурное моделирование процесса управления организацией интеллектуальной поддержки принятия управленческих решений.

Материалы и методы

Материалом для исследования служит описание цифровизированной организационной системы (ЦОС), объединяющей управляющий центр и объекты обслуживания в физической и информационной средах. Ниже формализованы основные компоненты системы, их характеристики и взаимосвязи, составляющие основу для последующего моделирования. В физической среде деятельность объектов описывается через показатели эффективности (доход, затраты, время простоя, объем обслуживания), топологию автоматизированных устройств и вариативность ценовой политики. В информационной среде рассматривается взаимодействие с неэргатическими (автоматизированные устройства) и эргатическими (персонал) элементами, характеризующее интенсивностями обслуживания, вероятностями отказов и ошибок, а также временами восстановления. На основе мониторинга указанных параметров оценивается развитие системы с горизонтом планирования T .

В физической среде деятельность объектов $O_i, i = \overline{1, I}$ организационной системы осуществляется автоматизированными устройствами $n = \overline{1, N_i}$ пооперационного преобразования материальных потоков. Указанные объекты объединяются управляющим центром в сетевую структуру. В этом случае взаимодействие управляющего центра с объектами определяются связями, характеризующими:

- требования управляющего центра к показателям эффективности: доход (d);
- затраты (c);
- время простоя автоматизированных устройств ($\tau^{\text{пр}}$), влияющее на упущенный доход;
- время ожидания потребителей выполнения заказа ($\tau^{\text{ож}}$), влияющее на степень их лояльности в обращении к данной организационной системе;

- количество выполняемых заказов или объем обслуживания (R) за время (T^0);
- топологию объединения автоматизированных устройств θ_i в объекте O_i , $i = \overline{1, I}$, влияющую на интенсивности потоков заявок потребителей;
- вариативность ценовой политики $\Pi_m, m = \overline{1, M}$, оказывающей влияние на лояльность потребителей.

Перечисленные характеристики отражаются в установке управляющего центра: $d^0, C^0, \hat{\tau}^{пр}, \hat{\tau}^{ож}, R^0, T^0, \Pi_m, m = \overline{1, M}$.

По результатам мониторинга деятельности объектов O_i фиксируются за временные периоды $t^0 = \overline{1, T^0}$ значения характеристик $R_i(t^0), d_i(t^0), c_i(t^0)$, интенсивностей потоков заказов и их обслуживания, надежности автоматизированных устройств:

g_{im} – средняя за период времени T^0 интенсивность потока заявок клиентов i -го объекта с учетом ценовой политики m -й категории;

μ_{in} – средняя интенсивность обслуживания n -м автоматизированным устройством i -го объекта за период времени T^0 ;

q_{in}^α – вероятность отказа n -го автоматизированного устройства i -го объекта при аварийной ситуации.

По результатам мониторинга оценивается развитие цифровизированной организационной системы с горизонтом планирования T .

Структурная модель взаимодействия управляющего центра и объектов организационной системы обслуживания заказов в физической среде приведена на Рисунке 1.

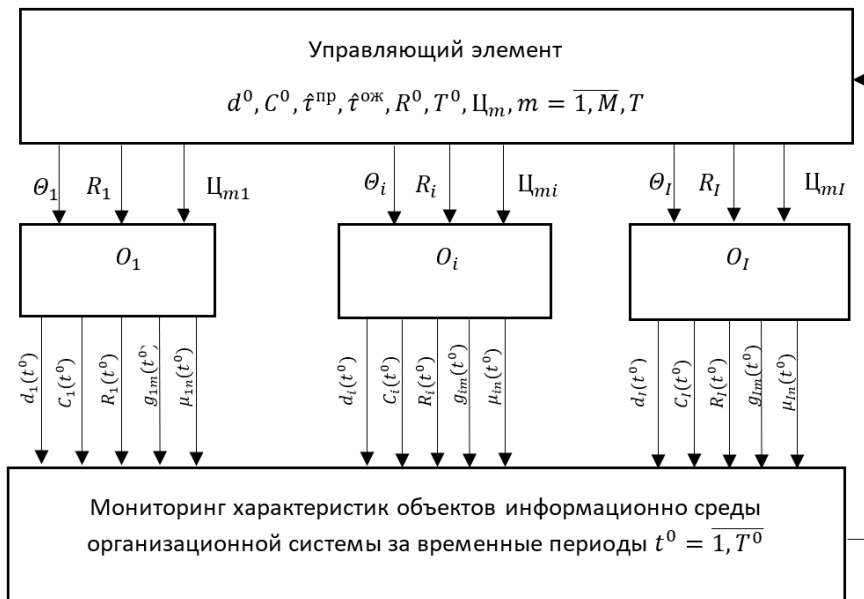


Рисунок 1 – Структурная модель взаимодействия управляющего центра с объектами организационной системы обслуживания заказов в физической среде

Figure 1 – Structural model of the interaction of the management center with the objects of the organizational order service system in a physical environment

В случае отражения процесса обслуживания заказов в информационной среде управляющий центр взаимодействует с автоматизированными устройствами (неэргатическими элементами) и персоналом (эргатическими) элементами, связанными с функционированием объектов $O_i, i = \overline{1, I}$. С этой целью управляющим центром устанавливаются требования по количеству обрабатываемых заявок на обслуживание (U^0); к затратам (C^0), количеству невыполненных заказов (U_1^0).

Далее управляющий центр, исходя из U^0 , распределяет объемы деятельности автоматизированного устройства U_{ni}^H и персонала U_{mni}^H для каждого i -го объекта. По результатам мониторинга за временные периоды $t^0 = \overline{1, T^0}$ фиксируются значения показателей $U(t^0), C(t^0), U_1(t^0)$, средние значения интенсивностей обслуживания $n_i = \overline{1, N_i}$ неэргатическими $\mu_i^H(t^0)$ и эргатическими $\mu_{ni}^\exists(t^0)$ элементами, число эргатических элементов $M_{ni}(t^0)$.

Кроме того, фиксируются вероятность отказа автоматизированных устройств $q_{ni}^H(t^0); n_i = \overline{1, N_i}, i = \overline{1, I}$; вероятность ошибки персонала $q_{mni}^\exists(t^0); m_{ni} = \overline{1, M_{ni}}, n_i = \overline{1, N_i}, i = \overline{1, I}$; время восстановления автоматизированных устройств после отказа $C_{ni}^H(t^0); n_i = \overline{1, N_i}, i = \overline{1, I}$; время простоя персонала $C_{mni}^\exists(t^0); m_{ni} = \overline{1, M_{ni}}, n_i = \overline{1, N_i}, i = \overline{1, I}$. По результатам мониторинга оценивается развитие информационной среды с горизонтом планирования T .

На основе указанных связей и соответствующих им характеристик сформирована структурная модель взаимодействия управляющего центра с объектами информационной среды организационной системы обслуживания заказов потребителей, которая приведена на Рисунке 2.

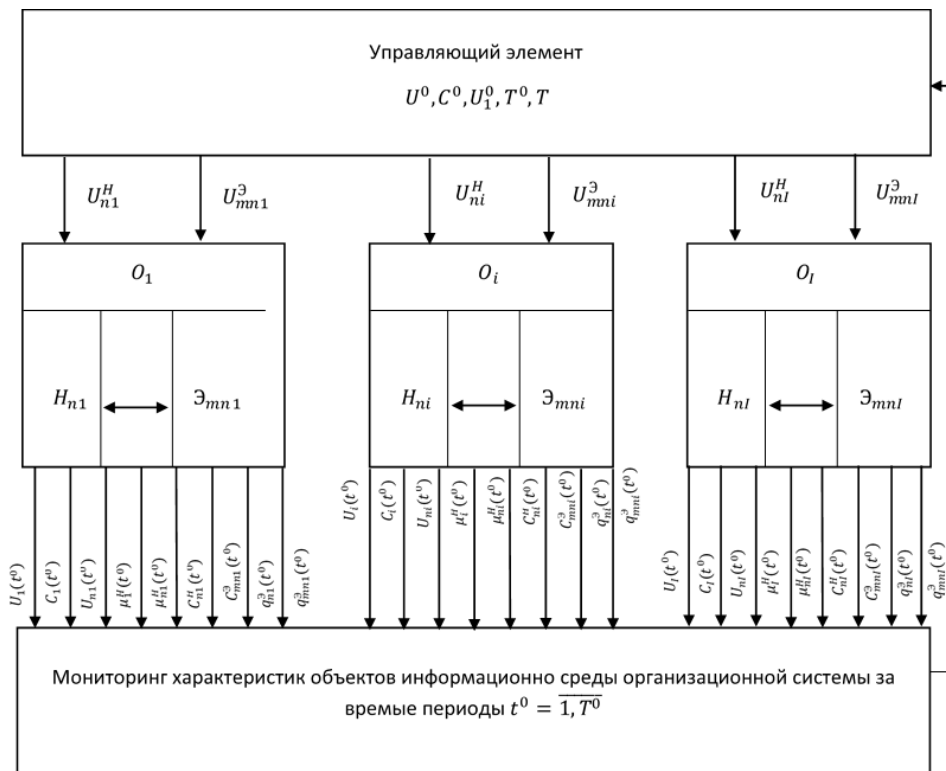


Рисунок 2 – Структурная модель взаимодействия управляющего центра с объектами информационной среды организационной системы обслуживания заказов потребителей
Figure 2 – structural model of the interaction of the management center with the objects of the information environment of the organizational customer service system

Результаты и обсуждение

Применение методологии структурного моделирования позволило формализовать процесс принятия управленческих решений в виде комплекса взаимосвязанных оптимизационных задач. Данные модели служат основой для интеллектуальной системы поддержки решений, охватывающей вопросы планирования ресурсов, ценообразования и развития инфраструктуры в обеих средах.

Для организации интеллектуальной поддержки принятия управленческих решений выделим задачи, которые решаются в традиционном режиме на экспертном уровне и направлены на достижение цели управления в соответствии с требованиями управляющего центра. Начнем с процесса управления материальными потоками обслуживания заказов потребителей в физической среде автоматизированных устройств как систем массового обслуживания (СМО). Процесс управления основан на решении следующих задач:

- выбор топологии автоматизированных устройств объектов $O_i, i = \overline{1, I}$;
- распределение объемов обслуживания между объектами $R_i, i = \overline{1, I}$;
- выбор варианта ценовой политики для объекта O_i ;
- планирование развития физической среды организационной системы.

Интеллектуальная поддержка первых трех задач базируется на интеграции модулей имитационного моделирования СМО, многоальтернативной оптимизации и оценок экспертов [9]. Для включения в оптимизационное моделирование первой задачи вариативность топологии кодируется двумя альтернативными переменными: выбора параллельного канала для n -го устройства i -го объекта ($x_{in} = \{1; 0\}$); выбора создания параллельного канала в целом для объекта $O_i (y_{in} = \{1; 0\})$. Решение первой задачи x_{ni}^t, y_i^x позволит провести распределение объемов обслуживания во второй задаче:

$$R_i = (1 + y_i) \sum_{n=1}^N [(1 + x_{in}) \mu_{in} T^0], i = \overline{1, I}. \quad (1)$$

Третья задача определяется выбором m -й категории ценовой политики для i -го объекта $z_{im} = \{1; 0\}$.

В [6] обоснована возможность объединения всех трех задач в рамках единой модели многоальтернативной оптимизации, где в качестве экстремального требования выступает максимизация прибыли, а граничных условий – $\hat{\tau}^{np}, \hat{\tau}^{ож}, R^0$:

$$\begin{aligned} \sum_{i=1}^I [d_i(T^0, x_{in}, y_i, z_{im}) - c_i(T^0, x_{in}, y_i, z_{im})] &\rightarrow \max_{x_{in}, y_i, z_{im}}, \\ \sum_{i=1}^I \tau_i^{np}(T^0, x_{in}, y_i, z_{im}) &\leq \hat{\tau}^{np}, \\ \tau_i^{ож}(T^0, x_{in}, y_i, z_{im}) &\leq \hat{\tau}^{ож}, \\ \sum_{i=1}^I (1 + y_i) \sum_{n=1}^N [(1 + x_{ni}) \mu_{in} T^0] &\leq R_0, \\ x_{in} &= \begin{cases} 1 \\ 0 \end{cases}, n_i = \overline{1, N}, i = \overline{1, I}, \\ y_i &= \begin{cases} 1 \\ 0 \end{cases}, i = \overline{1, I}, \\ z_{im} &= \begin{cases} 1 \\ 0 \end{cases}, m_i = \overline{1, N}, i = \overline{1, I}. \end{aligned} \quad (2)$$

Решение задачи (2) осуществляется путем встраивания алгоритма направленного рандомизированного поиска в процесс имитационного моделирования функционирования организационной системы в физической среде с экспертным оцениванием доминирующих вариантов [9].

При решении четвертой задачи основным показателем эффективности является прибыль ψ , для которой устанавливаются точки развития за временные периоды $t = \overline{1, T}$ по следующему условию:

$$\psi^0(t + 1) > \psi^0(t), t = \overline{1, T},$$

где $\psi^0(t)$ установлено управляющим центром, исходя из значения $\psi(T^0)$.

Прирост ресурсного обеспечения определяется приростом числа обслуживаемых заказов $\Delta R^0 = R^0(T) - R^0(T^0)$ и множеством дискретных значений $\Delta R^0(t) = \frac{\Delta R}{T} t$, $t = \overline{1, T}$, которое будем обозначать $\Delta R^0(1) \dots, \Delta R^0(T)$.

В результате мониторинга и машинного обучения получаем прогностическую модель:

$$\psi(t) = f(\Delta R(t), t),$$

где $\Delta R(t) = R(t + 1) - R(t)$, которое используется для постановки задачи оптимизации:

$$\begin{aligned} \frac{f(\Delta R, t)}{\psi^0(t)} \rightarrow \Delta R(t) = \Delta R^0(1) \dots, \Delta R^0, \\ \sum_{t=1}^{T^1} \Delta R(t) = \Delta R^0, \\ \Delta R(t) \geq 0, t = \overline{1, T}. \end{aligned} \quad (3)$$

Для принятия управленческого решения результат оптимизации (3) $\Delta R(t)$ проверяется на выполнение граничных требований в оптимизационной модели (2). В случае их выполнения он служит основой решения управляющего центра, в противном случае эксперты изменяют значения $\psi(T), \Delta R^0$ до получения окончательного варианта.

Объединение модулей машинного обучения прогностической модели и решения задачи оптимизации (3) следует рассматривать как метод интеллектуальной оптимизации при принятии управленческого решения в четвертой задаче.

Структурная модель управления организационной системой обслуживания заказов потребителей в физической среде с включением модулей интеллектуальной поддержки принятия решения приведено на Рисунке 3.

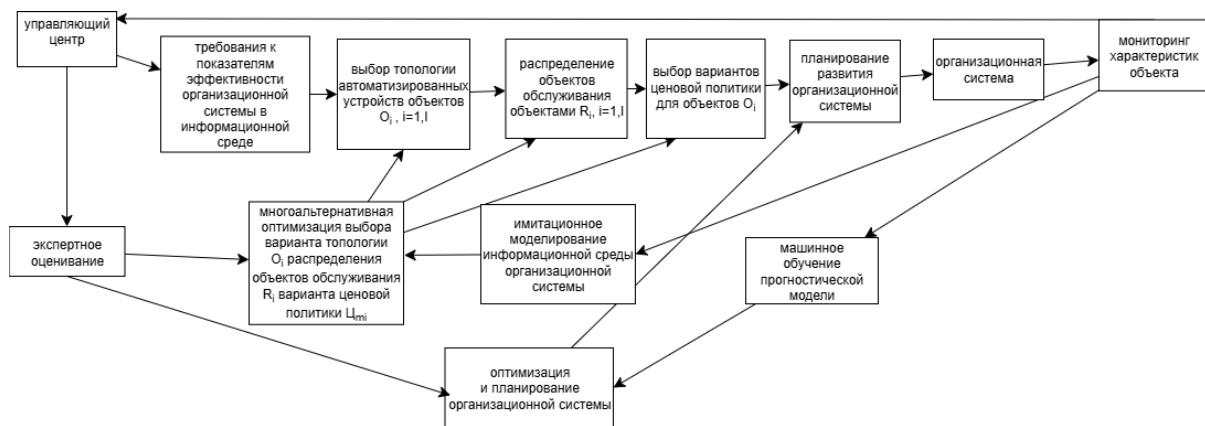


Рисунок 3 – Структурная модель управления организационной системой обслуживания заказов потребителей в физической среде

Figure 3 – Structural management model of an organizational customer service system in a physical environment

Структура управления организационной системой обслуживания заказов потребителей в информационной среде охватывает решения следующих задач:

- экспертного распределения U^0 на объемы для неэргатических элементов U_{ni}^H и эргатических – U_{mni}^3 ;
- выбора количества эргатических элементов, взаимодействующих с фиксированным числом автоматических устройств объекта $O_i, i = \overline{1, I}$;
- планирования развития информационной среды организационной системы.

Первая задача характеризуется экстремальным требованием максимизации производительности:

$$\psi_1 = \frac{U}{T^0}.$$

При выполнении граничных требований, установленных управляющим центром по затратам $\psi_2^0 = C^0$ и вероятности невыполнения заказа:

$$\psi_3^0 = \frac{U_1^0}{U^0}.$$

Возможности проведения имитационного эксперимента с учетом значений интенсивностей $\mu_i^H, \mu_{ni}^\exists$, которые являются непрерывными величинами, позволяют перейти от задачи дискретной оптимизации по переменным $U_{ni}^H, U_{ni}^\exists$ к задаче параметрической оптимизации:

$$\begin{aligned} \psi_1(\mu_i^H, \mu_{ni}^\exists) &\rightarrow \mu_i^H, \mu_{ni}^\exists, ni = \overline{1, N}, i = \overline{1, I}, \\ \psi_2(\mu_i^H, \mu_{ni}^\exists) &\leq \psi_2^0, \\ \psi_3(\mu_i^H, \mu_{ni}^\exists) &\leq \psi_3^0, \\ \sum_{i=1}^I \sum_{ni=1}^{N_i} \mu_{ni}^\exists T^0 &\leq U^0, \\ \frac{\sum_{ni=1}^{N_i} U_{ni}^{H \text{ мин}}}{T^0} &\leq \mu_i^H \leq \frac{\sum_{ni=1}^{N_i} U_{ni}^{H \text{ макс}}}{T^0}, i = \overline{1, I}, \end{aligned} \quad (4)$$

где $U_{ni}^{H \text{ макс}}, U_{ni}^{H \text{ мин}}$ – максимальная и минимальная оценки необходимого количества автоматизированных устройств, определяемая экспертами при распределении объема U^0 .

Для решения (4) адаптивный алгоритм поиска по переменным $\mu_i^H, \mu_{ni}^\exists$ встраивается в схему имитационного моделирования [9]. Принятие управленческого решения осуществляется при фиксации $\mu_i^{H(K)}, \mu_{ni}^{\exists(K)}$ на K -й итерации поиска. С этой целью определяется целочисленное решение:

$$N_i^{(K)} = \left[\frac{\mu_i^{H(K)}}{\bar{\mu}_i^H} \right],$$

где $[\cdot]$ – обозначение целой части числа; N_i – количество автоматизированных устройств, объединяемых объектом $O_i, i = \overline{1, I}$; $\bar{\mu}_i^H$ – средняя интенсивность обслуживания одним автоматизированным устройством.

$$M_{ni}^{(K)} = \left[\frac{\mu_{ni}^{\exists(K)}}{\bar{\mu}_{ni}^\exists} \right],$$

где M_{ni} – количество эргатических элементов, взаимодействующих с n_i -м автоматизированным устройством; $\bar{\mu}_{ni}^\exists$ – средняя интенсивность обслуживания эргатическими элементами при взаимодействии с n_i -м автоматизированным устройством.

Решение $M_{ni}^{(K)}, ni = \overline{1, N_i^{(K)}}, i = \overline{1, I}$ принимается в качестве управленческого, если имитационный эксперимент при этих количествах элементов подтверждает выполнение ограничений задачи (4).

Для решения второй задачи используется метод интеллектуальной оптимизации [10].

В случае процесса обслуживания заказов потребителей в информационной среде оптимизационное моделирование, аналогичное (3), проводят для прогностической модели:

$$\psi_1(t) = f_1(\Delta M(t), t).$$

С учетом установленных управленческим центром точек роста $\psi_1^0(t), t = \overline{1, T}$ и прироста ресурсного обеспечения, определяемого общим числом эргатических элементов:

$$M = \sum_{i=1}^I \sum_{ni=1}^{N_i} M_{ni},$$

$$\Delta M = M(T) - M(T^0).$$

Структурная модель управления организационной системой обслуживания заказов потребителей в информационной среде приведена на Рисунке 4.

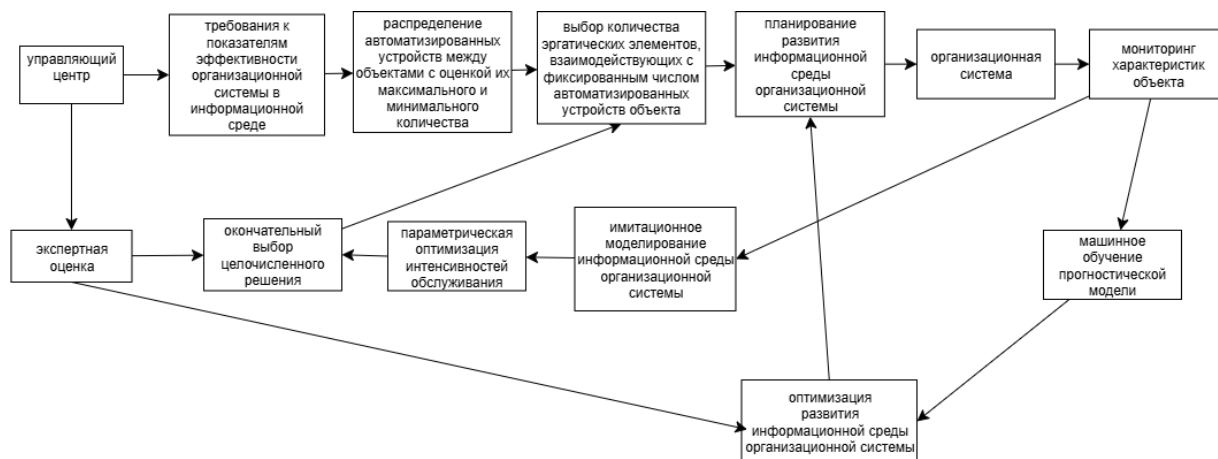


Рисунок 4 – Структурная модель управления организационной системы обслуживания заказов в информационной среде

Figure 4 – Structural management model of an organizational order service system in an information environment

Заключение

Управление эффективностью функционирования и развития организационной системы обслуживания потребителей целесообразно осуществлять на основе совмещения экспертного режима принятия управленческих решений и интеллектуальной поддержки на основе оптимизационного и прогностического моделирования. Использование такого интеграционного механизма требует проведения предварительных исследований, связанных со структурным моделированием как самой организационной системы, так и процесса управления ее.

Структурное моделирование на уровне взаимодействия управляющего центра и объектов организационной системы в физической среде определяется характеристиками топологии обслуживания автоматизированных устройств в рамках объема и ценовой политики, устанавливаемой для потребителей. Вариация этих характеристик приводит к изменениям показателей эффективности системы в пределах установленных требований.

Структурное моделирование функционирования информационной среды организационной системы обслуживания заказов потребителей связано с влиянием управляющего центра на установление объема обслуживания заказов и показателей эффективности, определяющих для каждого объекта характер взаимодействия автоматизированных устройств (неэргатических элементов) с персоналом (эргатическими элементами).

В структурной модели системы управления обслуживанием заказов потребителей следует согласовать процессы принятия управленческих решений в экспертном режиме и с использованием модулей интеллектуальной поддержки на основе оптимизационного

и прогностического моделирования для последовательности задач: в физической и информационной средах, охватывающих стадии функционирования и развития цифровизированной организационной системы.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ / REFERENCES

1. Масленников В.В., Ляндау Ю.В., Калинина И.А. Формирование системы цифрового управления организацией. *Вестник Российского экономического университета имени Г.В. Плеханова*. 2019;(6):116–123. <https://doi.org/10.21686/2413-2829-2019-6-116-123>
Maslennikov V.V., Lyandau Yu.V., Kalinina I.A. Developing the System of Digital Management of Organization. *Vestnik of the Plekhanov Russian University of Economics*. 2019;(6):116–123. (In Russ.). <https://doi.org/10.21686/2413-2829-2019-6-116-123>
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. Котляров И.Д. Автоматизация и самообслуживание в сфере услуг: попытка анализа. *Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия: Экономика и право*. 2016;(4):32–36.
Kotliarov I. Automation and Self-Service in the Field of Services: An Attempt at Analysis. *Modern Science: Actual Problems of Theory and Practice. Series: Economics and Law*. 2016;(4):32–36. (In Russ.).
4. Шайдаков И.Е. Автоматизация процессов и внедрение дистанционного обслуживания клиентов – ключевые тенденции развития сферы услуг. *Известия Санкт-Петербургского государственного экономического университета*. 2016;(5):169–172.
Shaidakov I.E. Automation of Processes and Introduction of Remote Customer Service – Key Trends of the Service Companies' Development. *Izvestiya Sankt-Peterburgskogo gosudarstvennogo ekonomicheskogo universiteta*. 2016;(5):169–172. (In Russ.).
5. Гретченко А.И., Горохова И.В. Цифровая платформа: новая бизнес-модель в экономике 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. Бакулин А.Ю., Львович Я.Е. Анализ и оптимизация эффективности функционирования организационной системы с автоматизированными устройствами обслуживания на основе имитационного моделирования. *Моделирование, оптимизация и информационные технологии*. 2024;12(2). <https://doi.org/10.26102/2310-6018/2024.45.2.030>
Bakulin A.Yu., Lvovich Ya.E. Analysis and Optimization of Organizational System Functioning Efficiency with Automated Service Devices on the Basis of Simulation Modeling. *Modeling, Optimization and Information Technology*. 2024;12(2). (In Russ.). <https://doi.org/10.26102/2310-6018/2024.45.2.030>
7. Бакулин А.Ю., Львович Я.Е., Преображенский Ю.П., Букреев А.Д. Оптимизационное моделирование процесса управления персоналом с автоматизированными устройствами в информационной системе выполнения заказов потребителей. *Моделирование, оптимизация и информационные технологии*. 2025;13(2). <https://doi.org/10.26102/2310-6018/2025.49.2.003>

- Bakulin A.Yu., Lvovich Ya.E., Preobrazhensky Yu.P., Bukreev A.D. Optimization Modeling of Personnel Management Process with Automated Devices in the Information System of Customer Order Fulfillment. *Modeling, Optimization and Information Technology*. 2025;13(2). (In Russ.). <https://doi.org/10.26102/2310-6018/2025.49.2.003>
8. Новосельцев В.И. *Системный анализ: современные концепции*. Воронеж: Издательство «Квартет»; 2003. 360 с.
 9. Донской В.И. Интеллектуальная оптимизация на основе машинного обучения: современное состояние и перспектива (обзор). *Таврический вестник информатики и математики*. 2020;(1):32–63.
Donskoy V.I. Intelligent Optimization Based on Machine Learning: State of Art and Perspectives (A Survey). *Tavrisheskii vestnik informatiki i matematiki*. 2020;(1):32–63. (In Russ.).
 10. Львович И.Я. *Принятие решений на основе оптимизационных моделей и экспертной информации*. Воронеж: Научная книга; 2023. 232 с.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРЕ / INFORMATION ABOUT THE AUTHOR

Бакулин Александр Юрьевич, аспирант, **Alexander Yu. Bakulin**, Postgraduate, Voronezh
Воронежский институт высоких технологий, Institute of High Technologies, Voronezh, the
Воронеж, Российская Федерация. Russian Federation.
e-mail: bakulin-aleksandr@mail.ru

*Статья поступила в редакцию 01.10.2025; одобрена после рецензирования 11.11.2025;
принята к публикации 25.11.2025.*

*The article was submitted 01.10.2025; approved after reviewing 11.11.2025;
accepted for publication 25.11.2025.*