

УДК 681.3

DOI: [10.26102/2310-6018/2026.52.1.010](https://doi.org/10.26102/2310-6018/2026.52.1.010)

Структуризация цифровизированной организационной системы лекарственного обеспечения и процесса принятия управленческих решений

Н.Н. Шведов 

*Воронежский государственный технический университет, Воронеж,
Российская Федерация*

Резюме. В статье представлена методика структуризации цифровизированной организационной системы лекарственного обеспечения и процесса принятия управленческих решений. Другими словами, предварительный этап оптимизации управления. Указана значимость для проведения исследований усиления тенденции расширения спектра цифровых сервисов при взаимодействии потребителей и поставщиков лекарственных препаратов. Сформированы характеристики объектов-потребителей и объектов-поставщиков, влияющие на обеспечение требований управляющего центра по показателям эффективности функционирования при объединении совокупности объектов в организационное целое. Показано, что взаимодействие цифровых сервисов, управляющих объектами, достигается путем цифрового мониторинга характеристик связей и построения цифровых двойников потребителей и поставщиков. Структурная модель цифровизированной организационной системы лекарственного обеспечения отражает интеграцию всех перечисленных компонентов для выполнения установок управляющего центра. Охарактеризованная структурная модель функционирования определяет исходные предпосылки для формирования структурной модели управления. Обоснована необходимость сочетания при цифровом управлении двух режимов принятия управленческих решений: административно-экспертного и интеллектуальной поддержки этих решений на основе оптимизационного моделирования. Управленческие действия в рамках административно-экспертного решения по номенклатурно-объемной, логистической и финансовой составляющим, а также достижение требований управляющего центра, определяют необходимость формирования трех оптимизационных задач. Каждая из них связана с введением определения оптимизируемых переменных выбора альтернатив. Первая альтернатива состоит в определении номенклатуры лекарственных препаратов в заявке объекта-потребителя, вторая – утверждение логистических условий взаимодействия потребителей и поставщиков, третья – выбор конкретного поставщика по номенклатурным единицам заявки потребителя с учетом решений первых двух задач и балансировки финансовых ресурсов. Последовательное применение численной оптимизации по составляющим позволяет получить окончательное управленческое решение.

Ключевые слова: организационная система, управление, структурная модель, цифровизация, оптимизация.

Для цитирования: Шведов Н.Н. Структуризация цифровизированной организационной системы лекарственного обеспечения и процесса принятия управленческих решений. *Моделирование, оптимизация и информационные технологии.* 2026;14(1). URL: <https://moitvivt.ru/ru/journal/pdf?id=2145> DOI: 10.26102/2310-6018/2026.52.1.010

Structuring a digitalized organizational system for drug provision and the process of making management decisions

N.N. Shvedov 

Voronezh State Technical University, Voronezh, the Russian Federation

Abstract. This article focuses on the preliminary stage of management optimization—structuring a digitalized organizational system for drug supply and the management decision-making process. The importance of the growing trend toward expanding the range of digital services in interactions between consumers and suppliers of drugs for research is highlighted. The characteristics of consumer and supplier objects are defined, influencing the fulfillment of the control center's requirements for performance indicators when integrating a set of objects into an organizational whole. It is shown that the interaction of digital services managed by objects is achieved through digital monitoring of connection characteristics and the creation of digital twins of consumers and suppliers. The structural model of a digitalized organizational system for drug supply reflects the integration of all these components to implement the control center's objectives. The described structural model of operation defines the initial prerequisites for the development of a structural management model. The need to combine two modes of management decision-making in digital management is substantiated: administrative-expert and intelligent support for these decisions based on optimization modeling. Management actions within the framework of the administrative-expert decision on the product range—volume, logistics, and financial components, as well as meeting the requirements of the control center, necessitate the development of three optimization tasks. Each of these tasks involves defining the optimized variables for selecting alternatives. The first alternative involves determining the product range of the consumer's application, the second involves approving the logistics conditions for interaction between consumers and suppliers, and the third involves selecting a specific supplier based on the product range of the consumer's application, taking into account the solutions to the first two tasks and balancing financial resources. The consistent application of numerical optimization across these components enables the final management decision to be made.

Keywords: organizational system, management, structural model, digitalization, optimization.

For citation: Shvedov N.N. Structuring a digitalized organizational system for drug provision and the process of making management decisions. *Modeling, Optimization and Information Technology*. 2026;14(1). (In Russ.) URL: <https://moitvivt.ru/ru/journal/pdf?id=2145> DOI: 10.26102/2310-6018/2026.52.1.010

Введение

Одним из направлений цифровизации в организационных системах является реализация цифрового взаимодействия потребителей товаров и их поставщиков [1]. Цифровое управление в рамках указанного направления отличается от управления эффективностью получения определенных результатов деятельности [2]. Характерной системой, в которой взаимодействие потребителей лекарственных препаратов и поставщиков является основным видом деятельности, является организационная система лекарственного обеспечения. Предпосылки для цифровой трансформации процесса лекарственного обеспечения определяются локальными решениями:

- организационного плана на государственном уровне за счет обеспечения мониторинга движения лекарственных препаратов [3];
- создания баз данных лекарственных препаратов [4], веб-сервисов для поиска лекарственных препаратов [5].

Для интеграции цифровых сервисов в единую цифровизированную организационную систему требуется в первую очередь сформировать ее структурную модель, характеризующую взаимодействие управляющего центра и объектов с ориентацией на цифровой трансфер управленческих решений [6]. С позиции системного анализа [7] в структурной модели отражаются связи между компонентами и их количественными характеристиками. Ориентация этой модели направлена на управленческие действия управляющего центра, что обеспечивает переход к структурной модели системы управления лекарственным обеспечением.

Структуризация управления дает возможность показать, каким образом требования эффективности функционирования организационной системы лекарственного обеспечения трансформируются в комплекс задач по принятию административно-экспертных управлеченческих решений. Их коррекцию управляющий центр осуществляет на основе мониторингового оценивания. Взаимодействие при вариативности решений через цифровые сервисы не всегда приводит к выбору лучшего варианта. Такой выбор достигается на основе интеллектуальной поддержки принятия административно-экспертных решений с использованием оптимизационных моделей [8] в едином цикле с экспертными оценками [9]. Разнообразие методов оптимизации и экспертизы позволяет сформировать проблемно-ориентированные процедуры принятия решений, в наилучшей степени учитывающие особенности управления в организационных системах лекарственного обеспечения при взаимодействии потребителей и поставщиков лекарственных препаратов [10], характеристика которых является составляющей структурного моделирования.

Поэтому целью работы является структурное моделирование процесса взаимодействия потребителей и поставщиков лекарственных препаратов и управления ими в цифровизированной организационной системе лекарственного обеспечения.

Для достижения поставленной цели в статье решены следующие задачи:

- формирование структурной модели функционирования организационной системы лекарственного обеспечения в цифровой среде;
- структуризация управления процесса взаимодействия потребителей и поставщиков лекарственных препаратов с включением подсистемы интеллектуальной поддержки принятия управлеченческих решений.

Материалы и методы

Под цифровизированной организационной системой лекарственного обеспечения будем понимать совокупность объектов-потребителей и объектов-поставщиков лекарственных препаратов, объединенных управляющим центром посредством использования цифровых сервисов в организационное целое.

Исходными данными, характеризующими совокупность объектов-потребителей $O_i, i = \overline{1, I}$ и необходимыми для описания их связей с управляющим центром, является:

– $i = \overline{1, I}$ – нумерационное множество объектов-потребителей лекарственных препаратов;

– $n_i = \overline{1, N_i}$ – нумерационное множество лекарственных препаратов для i -го объекта-потребителя;

– $V_{n_i}^0$ – заявленный объем потребления n_i -го лекарственного препарата i -м объектом (количество упаковок);

– C_i – плановый финансовый ресурс, выделенный управляющим центром i -му объекту-потребителю для приобретения лекарственных препаратов.

Исходными данными, характеризующими совокупность объектов поставщиков $P_j, j = \overline{1, J}$ и необходимый для описания их связей с управляющим центром является:

– $j = \overline{1, J}$ – нумерационное множество объектов-поставщиков лекарственных препаратов;

– $m_j = \overline{1, M_j}$ – нумерационное множество лекарственных препаратов, предлагаемых j -м объектов-поставщиком;

– V_{m_j} – объем m_j -го лекарственного препарата, имеющийся у j -го поставщика (количество упаковок);

– C_{m_j} – стоимость m_j -го лекарственного препарата у j -го поставщика;

– C_{ij} – средняя стоимость логистических услуг по доставке лекарственных препаратов i -му объекту-потребителю при их заказе у j -го поставщика.

Особенность цифровизированной организационной системы состоит в том, что организуется периодический цифровой мониторинг показателей эффективности исходных данных объектов ($O_i, i = \overline{1, I}$ и $\Pi_j, j = \overline{1, J}$), которые затем трансформируются в цифровые двойники со стороны потребителей и поставщиков. Управляющий центр интегрирует данные цифровых двойников $O_i, i = \overline{1, I}$ и $\Pi_j, j = \overline{1, J}$ с целью обеспечения необходимым ассортиментом лекарственных препаратов с минимальными стоимостными издержками в пределах планового финансового ресурса.

Схема структурной модели функционирования организационной системы лекарственного обеспечения в цифровой среде представлена на Рисунке 1.

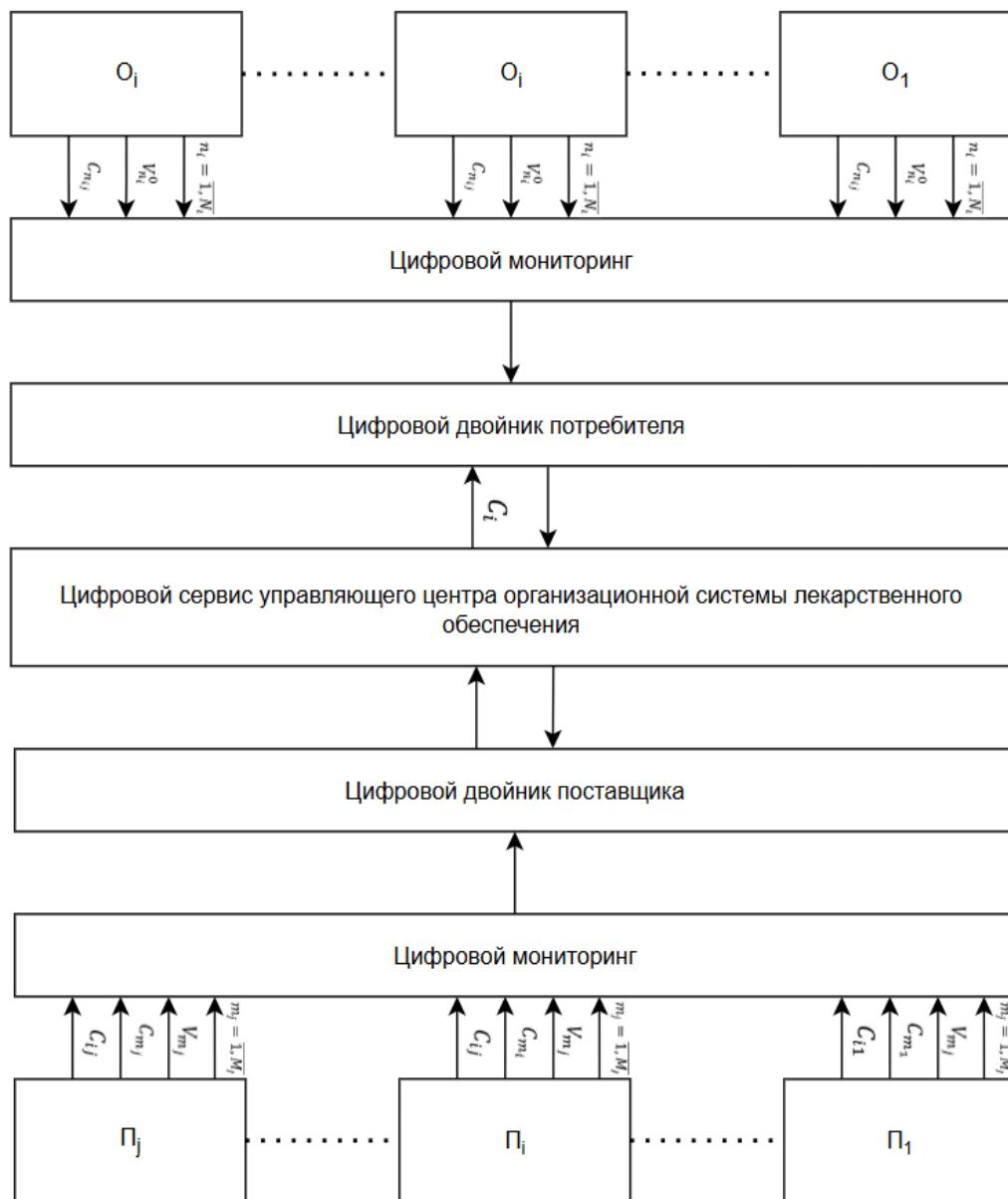


Рисунок 1 – Структурная модель функционирования организационной системы лекарственного обеспечения в цифровой среде

Figure 1 – Structural model of the functioning of the organizational system of drug provision in the digital environment

Выбор такого инструмента, как структурное моделирование для характеристизации взаимодействия управляющего центра, объектов-потребителей и объектов-поставщиков с ориентацией на цифровой трансфер управлеченческих решений обусловлен спецификой поставленной задачи. В отличие от классических методов, ориентированных больше на локальный анализ отдельных функций или линейных процессов, например, функционально-структурный анализ типовых экономико-математических моделей, структурное моделирование отражает связность между компонентами и их количественными характеристиками. Такой подход дает возможность представить систему как многослойную архитектуру, что необходимо для интеграции цифровых сервисов в единую цифровизированную организационную систему. Если BPMN-моделирование прежде всего служит для описания процессуальных маршрутов, то структурное моделирование направлено на конфигурацию самой организационной структуры, сфокусированной на управлеченческих действиях управляющего центра. Это обеспечит переход к структурной модели системы управления лекарственным обеспечением.

Результаты и обсуждение

Материалы исследования в форме структурной модели функционирования организационной системы лекарственного обеспечения являются первым этапом выявления связей и их количественных оценок, используемых для обеспечения требований управляющего центра по эффективному взаимодействию объектов O_i , $i = \overline{1, I}$ и Π_j , $j = \overline{1, J}$ с использованием цифровых сервисов. Второй этап представляет собой процесс построения структуры управления, в основе которой будут данные цифровых двойников, полученные двумя подсистемами, объединенными между собой: традиционной административно-экспертной подсистемы принятия решений по реализации требований управляющего центра; подсистемы интеллектуальной поддержки административно-экспертных управлеченческих решений.

Реализация требований управляющего центра в рамках первой подсистемы достигается путем поэтапного решения следующих задач с использованием данных цифрового мониторинга:

- выбор из множества лекарственных препаратов, предлагаемых поставщиками, по переменной $n_i = \overline{1, N_i}$ для каждого объекта-потребителя \hat{O}_i , $\hat{n}_i = \overline{1, \hat{N}_i}$ и объема закупок $V_{n_i}^0$ по каждой номенклатурной единице (номенклатурно-объемная составляющая);
- выбор логистики для доставки лекарственных препаратов от объекта-поставщика Π_j , $j = \overline{1, J}$ к объекту-потребителю O_i , $i = \overline{1, I}$ (логистическая составляющая);
- балансирование заявки i -го потребителя j -му поставщику с учетом решений, принятых в рамках первой и второй задач, и финансового ресурса (финансовая составляющая).

Для интеллектуальной поддержки принятия административно-экспертных решений предлагается переход к формализации требований управляющего центра и их достижений в рамках оптимизационного моделирования.

Оптимизационное моделирование по первой составляющей включает в себя следующие шаги:

- 1) Формирование единого множества номенклатурных единиц, заявляемых i -м потребителе, на множестве предлагаемых поставок всеми объектами Π_j , $j = \overline{1, J}$:

$$n_i = \overline{1, N_i} \in \bigcup_{j=1}^J \overline{1, M_j};$$

2) Установление избыточности множества $n_i = \overline{1, N_i}$ для формирования заявки объекта O_i ;

3) Определение на основе экспертного анализа коэффициентов приоритетности α_{n_i} [10] включения n_i -й номенклатурной единицы в сводную заявку каждого объекта O_i ;

4) Введение альтернативной оптимизируемой переменной для выбора множества $\hat{n}_i = 1, \hat{N}_i \in \overline{1, N_i}$:

$$x_{n_i} \begin{cases} 1, \text{ если } n_i - \text{я номенклатурная единица включается в заявку объекта } O_i; \\ 0, \text{ в противном случае, } n_i = \overline{1, N_i} \end{cases};$$

5) Формализация экстремального требования максимизации приоритетов лекарственных препаратов и граничного – достаточности финансового ресурса для заявленных объектов $V_{n_i}^0$ и их объединение в рамках оптимизационной модели [10].

$$\begin{aligned} \sum_{n_i=1}^N \alpha_{n_i} \cdot x_{n_i} &\rightarrow \max, \\ \sum_{n_i=1}^N c_{n_i} \cdot V_{n_i}^0 \cdot x_{n_i} &\leq c_i, \\ x_{n_i} &= \begin{cases} 1, & n_i = 1, N_i, \\ 0, & \text{в противном случае} \end{cases} \end{aligned} \quad (1)$$

где c_{n_i} определяется суммированием двух составляющих: стоимости лекарственного препарата у j -го поставщика C_{m_j} и средней стоимости логистических услуг доставки от объекта Π_j объекту O_i C_{ij} .

Процедура принятия управленческого решения реализуется на основе одного из алгоритмов приближенного решения задачи булевого программирования (1): ветвей и границ, генетического алгоритма, многоальтернативной оптимизации [9]. Это обеспечивает получение наиболее рационального управленческого решения среди нескольких альтернатив, при этом учитывая системные ограничения и экспертные оценки.

Каждой единице из номенклатурного множества присваивается коэффициент приоритетности, вычисленный на базе экспертных оценок, где учитываются актуальные данные о складских запасах, динамики потребления и степени критичности лекарственного препарата. Сами оценки задаются с помощью лингвистических переменных, после чего переводятся в численные значения через определенную экспертами систему градаций.

Оптимизационный подход по второй составляющей направлен на типизацию затрат на логистические услуги путем выбора кратчайшего пути перемещения лекарственных препаратов от j -го поставщика к i -му потребителю и состоит в постановке и решении задачи коммивояжера с булевыми переменными [9]:

$$x_{ij_g} = \begin{cases} 1, & \text{если перемещение лекарственных препаратов } i\text{-му потребителю} \\ & \text{от } j\text{-го поставщика осуществляется } g\text{-м логистическим способом,} \\ 0, & \text{в противном случае} \end{cases}, \quad (2)$$

где $g = \overline{1, G}$ – нумерационное множество логистических способов перемещения.

Оптимальное значение (2) позволяет установить минимальные затраты C_{ij}^* на каждую транспортировку лекарственных препаратов.

Третья составляющая оптимизации связана с балансированием заявки i -го объекта путем выбора для n_i -й номенклатурной единицы j -го поставщика с минимальными затратами с имеющимся финансовым ресурсом.

Выбор осуществляется с использованием следующих оптимизируемых переменных:

$$x_{n_{ij}} = \begin{cases} 1, & \text{если поставку } n_i\text{-го лекарственного препарата в объёме } V_{n_i} \\ & \text{в } j\text{-м объектом } \Pi_j \\ 0, & \text{в противном случае, } n_i = \overline{1, N_i}; j = \overline{1, J} \end{cases} . \quad (3)$$

Тогда оптимизационная модель, определяющая интеллектуальную поддержку решения по третьей составляющей, имеет вид:

$$\sum_{n_i=1}^{N_i} \sum_{j=1}^J c_{n_{ij}} \cdot x_{n_{ij}} + \sum_{n_i=1}^{N_i} \sum_{j=1}^J c_{n_{ij}}^* \cdot x_{n_{ij}} \cdot w_{n_{ij}} \rightarrow \min_{x_{n_{ij}}} \quad (4)$$

$$\sum_{n_i=1}^{N_i} \sum_{j=1}^J c_{n_{ij}} \cdot V_{n_{ij}}^0 \cdot x_{n_{ij}} + \sum_{n_i=1}^{N_i} \sum_{j=1}^J c_{n_{ij}}^* \cdot x_{n_{ij}} \cdot w_{n_{ij}} = C_i, \quad (5)$$

$$\sum_{j=1}^J x_{n_{ij}} = 1, n_i = \overline{1, N_i}, x_{n_{ij}} = \begin{cases} 1, & n_i = \overline{1, N_i}, j = \overline{1, J}, \\ 0, & \text{в противном случае} \end{cases} \quad (6)$$

где требование (4) является экстремальным, а условия (5) и (6) – граничными: условие (5) определяет финансовый баланс, условие (6) – заключение контракта на поставку n_i -го лекарственного препарата только с одним поставщиком.

Структурная модель управления процессом взаимодействия потребителей и поставщиков лекарственных препаратов в цифровой среде представлена на Рисунке 2.

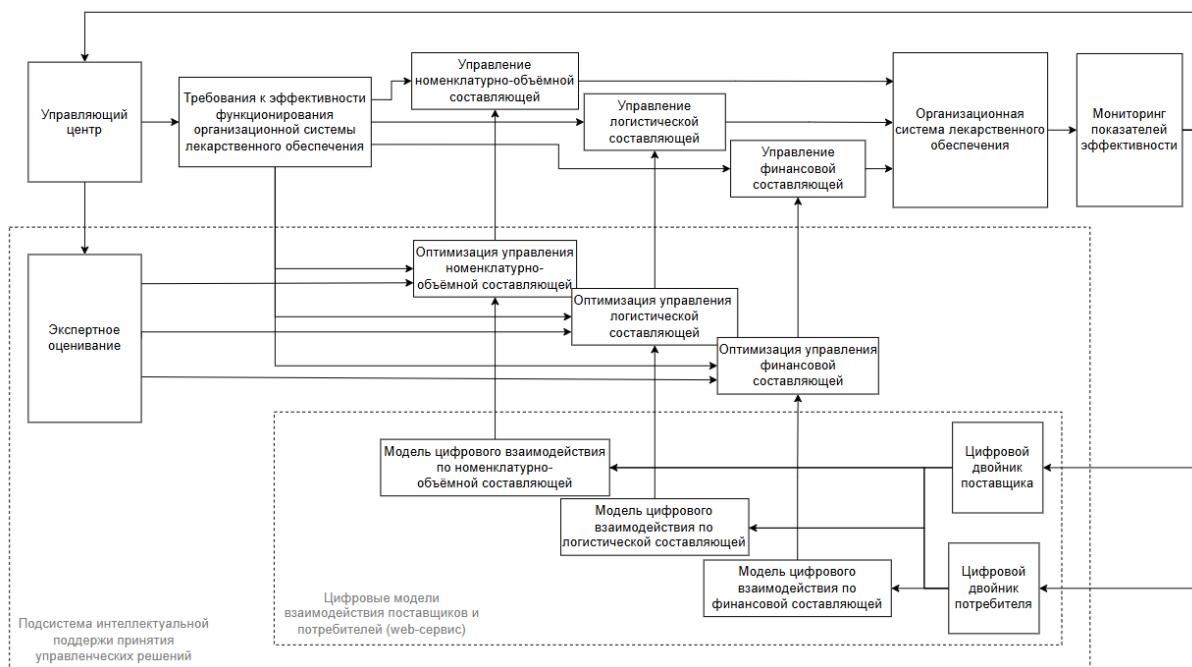


Рисунок 2 – Структурная модель управления в организационной системе лекарственного обеспечения

Figure 2 – Structural management model in the organizational system of drug provision

Заключение

Для эффективного перехода к реализации цифровизированной организационной системы лекарственного обеспечения требуется предварительно провести структуризацию функционирования исследуемой системы и управления ее с учетом использования цифровых средств при принятии управленческих решений.

В структурной модели функционирования организационной системы следует определить связи управляющего центра и совокупности объектов-потребителей, объектов-поставщиков при их объединении в организационное целое. При этом

количественные характеристики этих связей, фиксируемые в рамках цифрового мониторинга, позволяют сформировать цифровые двойники потребителей и поставщиков, которые обеспечивают исходной информацией цифровые средства управляющего центра при принятии управленческих решений.

Структурная модель управления в организационной системе лекарственного обеспечения отражает целесообразность цифровизации как традиционного административно-экспертного принятия решений с применением цифрового мониторинга и цифровых двойников, так и интеллектуальную поддержку этого процесса с использованием численного оптимизационного моделирования.

При структуризации процесса управления следует ориентироваться на три составляющие управленческие действия: номенклатурно-объемную, логистическую и финансовую. Повышение эффективности управления достигается за счет выбора окончательного управленческого решения путем формирования соответствующих оптимизационных задач и их последовательного решения численными методами.

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. Карпов О.Э., Никитенко Д.Н., Нуштаева Е.М. Настройка и автоматизация процессов лекарственного обеспечения в медицинской организации при работе в системе мониторинга движения лекарственных препаратов. *Вестник Национального медико-хирургического центра им. Н.И. Пирогова*. 2019;14(3):90–97. <https://doi.org/10.25881/BPNMSC.2019.23.15.019>
Karpov O.E., Nikitenko D.N., Nushtaeva E.M. Setting and automation of drug provision of medical organizations in the work in the monitoring system of the movement of drugs. *Bulletin of Pirogov National Medical & Surgical Center*. 2019;14(3):90–97. (In Russ.). <https://doi.org/10.25881/BPNMSC.2019.23.15.019>
4. Карпов О.Э., Никитенко Д.Н. Автоматизация системы лекарственного обеспечения. База данных лекарственных средств многопрофильной медицинской организации. *Врач и информационные технологии*. 2018;(3):29–44.
Karpov O.E., Nikitenko D.N. Automation of the medical supply system. Database of medicinal means of a multidisciplinary medical organization. *Medical Doctor and IT*. 2018;(3):29–44. (In Russ.).
5. Васильченко И.Д. Разработка веб-сервиса для поиска лекарственных препаратов. *Шаг в науку*. 2017;(3):35–39.
Vasilchenko I.D. Development of Web Service for Searching for Medicine Preparations. *Step to Science*. 2017;(3):35–39. (In Russ.).
6. Рындин Н.А., Скворцов Ю.С., Тищуков Б.Н. *Цифровизация управления в организационных системах агропромышленных предприятий*. Воронеж: Научная книга; 2022. 148 с.
7. Новосельцев В.И. *Системный анализ: современные концепции*. Воронеж: Издательство «Квартал»; 2003. 360 с.
8. Львович Я.Е., Львович И.Я., Чопоров О.Н. и др. *Оптимизация цифрового управления в организационных системах*. Воронеж: Научная книга; 2021. 191 с.

9. Львович И.Я. *Принятие решений на основе оптимационных моделей и экспертной информации*. Воронеж: Научная книга; 2023. 232 с.
10. Шведов Н.Н., Львович Я.Е. Оптимизация номенклатурно-объемного баланса поставщиков и потребителей при управлении в организационной системе лекарственного обеспечения. *Моделирование, оптимизация и информационные технологии*. 2025;13(2). <https://doi.org/10.26102/2310-6018/2025.49.1.018>
Shvedov N.N., Lvovich Ya.E. Optimization of the nomenclature-volume balance of suppliers and consumers in the management of the organizational system of drug supply. *Modeling, Optimization and Information Technology*. 2025;13(2). (In Russ.). <https://doi.org/10.26102/2310-6018/2025.49.1.018>

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРЕ / INFORMATION ABOUT THE AUTHOR

Шведов Николай Николаевич, аспирант, **Nikolay N. Shvedov**, Postgraduate, Voronezh Voronezhskiy государственный технический State Technical University, Voronezh, the университет, Воронеж, Российская Федерация. Russian Federation.
e-mail: nik.shvedov.2018@mail.ru

*Статья поступила в редакцию 08.12.2025; одобрена после рецензирования 19.01.2026;
принята к публикации 27.01.2026.*

*The article was submitted 08.12.2025; approved after reviewing 19.01.2026;
accepted for publication 27.01.2026.*