

**Львович Яков Евсеевич**

доктор технических наук, профессор, президент Воронежского института высоких технологий, город Воронеж.

ORCID: 0000-0002-7051-3763, AuthorID: 100464, SPIN-код: 9029-3251

Электронный адрес: ya.lvovich@mail.ru

**Yakov E. Lvovich**

Doctor of Technical Sciences, Full Professor, President of Voronezh Institute of High Technologies, Voronezh.

ORCID: 0000-0002-7051-3763, Author ID: 100464, SPIN-code: 9029-3251

E-mail address: ya.lvovich@mail.ru

**Пупыкин Алексей Николаевич**

аспирант, Воронежский институт высоких технологий, город Воронеж.

SPIN-код: 8728-1438, Author ID: 1307495

Электронный адрес: mymailvrn98@gmail.com

**Aleksey N. Pupykin**

Postgraduate, Voronezh Institute of High Technologies, Voronezh.

SPIN-code: 8728-1438, Author ID: 1307495

E-mail address: mymailvrn98@gmail.com

---

ОПТИМИЗАЦИЯ ПРИНЯТИЯ УПРАВЛЕНЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ  
ПО РАСПРЕДЕЛЕНИЮ РЕСУРСНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ РАЗВИТИЯ  
В РАМКАХ ЗАДАННОГО ГОРИЗОНТА ПЛАНИРОВАНИЯ  
ПРИ ИНФОРМАЦИОННОМ ВЗАИМОДЕЙСТВИИ  
ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ И ПОТРЕБИТЕЛЕЙ

---

**Аннотация.** В статье рассматривается оптимизационный подход к управлению планированием распределения ресурсного обеспечения развития с использованием прогностического моделирования. Показана возможность структуризации ретроспективных данных мониторинга информационного взаимодействия производителей и потребителей с ориентацией на машинное обучение прогностической модели. Для целей оптимизации прогностическая модель отражает изменение основных показателей эффективности формирования и выполнения заказа потребителей по предложениям производителей от ресурсов, установленных управляющим центром на развитие цифровизированной организационной системы в пределах заданного горизонта планирования. Предложены необходимые преобразования исходных данных во временные ряды темпов изменения показателей и объемов ресурсного обеспечения. Сформированы многомерные по временным периодам в рамках всего горизонта планирования оптимизационные модели для функций формирования и обслуживания заказов потребителей, направленные на максимизацию роста показателей эксплуатации при выполнении балансового условия для ресурсного обеспечения и с учетом дискретизации его объемов в рамках временной шкалы. Обоснована необходимость организации интеллектуальной поддержки принятия решений путем использования результатов решения совокупности одномерных по каждому временному периоду задач оптимизации, эквивалентной многомерной задаче для всего интервала планирования.

---

Оптимизация принятия управленческих решений по распределению  
ресурсного обеспечения развития в рамках заданного горизонта планирования

При этом одномерные задачи решаются полным перебором на ограниченном множестве дискретных значений ресурсов.

**Ключевые слова:** организационная система, управление, цифровизация, машинное обучение, прогностическое моделирование, оптимизация, принятие решений.

**Для цитирования:** Львович Я.Е., Пупыкин А.Н. Оптимизация принятия управленческих решений по распределению ресурсного обеспечения развития в рамках заданного горизонта планирования при информационном взаимодействии производителей и потребителей // Вестник Российского нового университета. Серия: Сложные системы: модели, анализ, управление. 2026. № 1. С. 116–125. DOI: 10.18137/RNU.V9187.26.01.P.116

---

OPTIMIZATION OF MANAGEMENT DECISION-MAKING  
FOR THE DISTRIBUTION OF DEVELOPMENT RESOURCE PROVISION  
WITHIN A GIVEN PLANNING HORIZON UNDER INFORMATION  
INTERACTION BETWEEN PRODUCERS AND CONSUMERS

---

**Abstract.** The article considers an optimization approach to managing the planning of resource provision distribution for development using predictive modeling. The possibility of structuring retrospective monitoring data on the information interaction between producers and consumers is shown, with a focus on machine learning of the predictive model. For optimization purposes, the predictive model reflects the change in the key performance indicators of the formation and fulfillment of consumer orders based on producer proposals, depending on the resources allocated by the management center for the development of the digitalized organizational system within a given planning horizon. Necessary transformations of the initial data into time series of indicator change rates and resource provision volumes are proposed. Multivariate (by time periods) optimization models for consumer order formation and servicing functions are formed for the entire planning horizon. These models aim to maximize the growth of operational indicators while satisfying the balance condition for resource provision and considering the discretization of its volumes within the timeline. The necessity of organizing intelligent decision support is justified by using the results of solving a set of one-dimensional (for each period) optimization problems, which is equivalent to the multidimensional problem for the entire planning interval. Herein, the one-dimensional problems are solved by exhaustive search over a limited set of discrete resource values.

**Keywords:** organizational system, management, digitalization, machine learning, predictive modeling, optimization, decision-making.

**For citation:** Lvovich Ya.E., Pupykin A.N. (2026) Optimization of management decision-making for the distribution of development resource provision within a given planning horizon under information interaction between producers and consumers. *Vestnik of Russian New University. Series: Complex Systems: Models, analysis, management.* No. 1. Pp. 116–125. DOI: 10.18137/RNU.V9187.26.01.P.116 (In Russian).

### **Введение**

Цифровая трансформация бизнеса [1] внесла существенные изменения в процесс взаимодействия производителей и потребителей их результатов деятельности [2]. В практике использования предложений производителями заказа потребителей для формирования получили распространение системы электронных аукционов [3]. В этих системах ре-

ализована цифровая трансформация на основе информационного взаимодействия производителей и потребителей [4]. Переход к действиям в цифровой среде приводит к необходимости исследования особого класса организационных систем – *цифровизированных организационных систем* (далее – ЦОС) [5]. Этот класс характеризуется цифровым трансфером данных мониторинга управленческих решений между управляющим центром и объектами управления [6].

Формы информационного взаимодействия различаются для функций формирования и выполнения заказа потребителей [7]. В первом случае базовой является задача распределения информационных потоков [8], во втором – ресурсов человеко-машинной среды подготовки заказа на основе его цифрового двойника [9]. Принятие управленческих решений в рамках указанных задач целесообразно реализовывать путем интеллектуальной поддержки экспертных оценок с использованием оптимизационного подхода [10].

Особую значимость процедуры интеллектуальной поддержки приобретают при планировании развития цифровизированной организационной системы за счет распределения интегрального ресурса между временными периодами в рамках заданного горизонта планирования [5]. Предпосылки для их построения определяются возможностью использовать ретроспективные данные цифрового мониторинга в определенные временные периоды функционирования системы. Мониторинговое оценивание показателей эффективности и ресурсов информационного взаимодействия производителей и потребителей структурируется в виде временных рядов. В [11] предложен интеграционный механизм, получивший название интеллектуальной оптимизации, позволяющий в процессе машинного обучения на основе временных рядов прогностических моделей осуществлять одновременное формирование зависимости экстремальных и граничных требований оптимизации эффективности от объема ресурсного обеспечения. Однако инвариантный подход [11] требует учета особенностей цифрового взаимодействия производителей и потребителей при построении проблемно ориентированных процедур принятия управленческих решений.

Поэтому целью статьи является разработка моделей и процедур повышения эффективности использования ресурсов при планировании развития цифровизированной организационной системы взаимодействия производителей и потребителей.

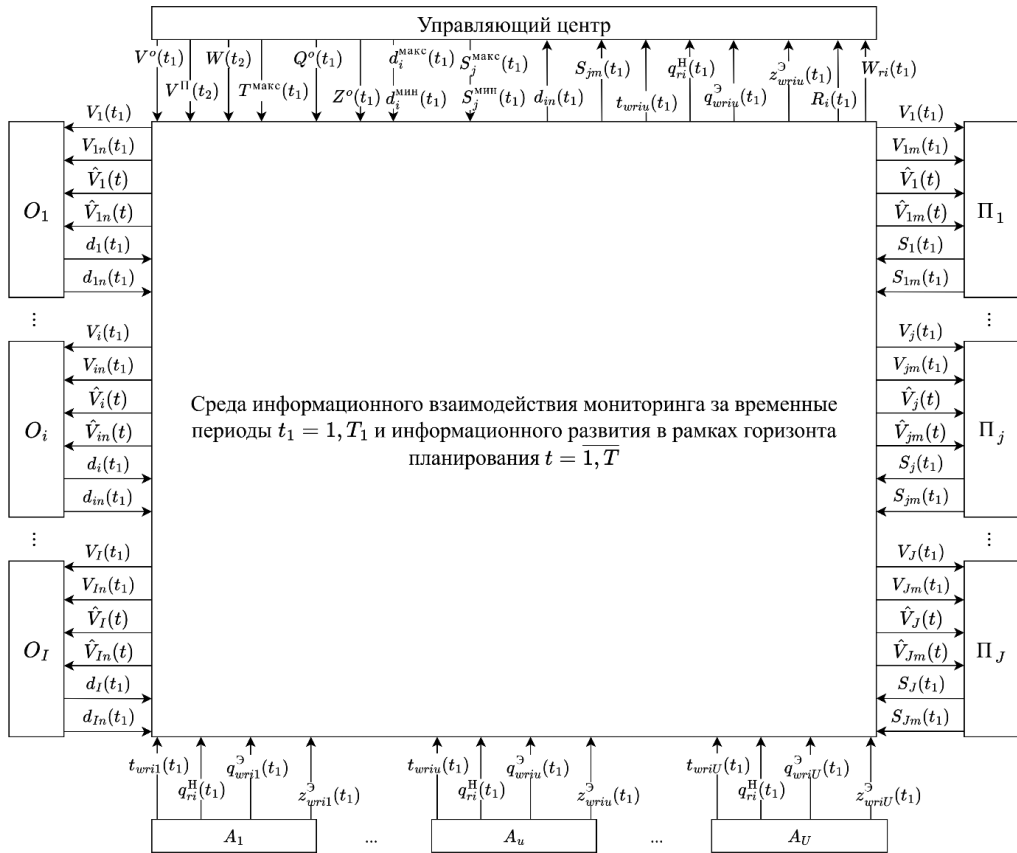
Для достижения поставленной цели решены следующие задачи:

- осуществлено моделирование роста показателей эффективности системы в зависимости от распределения ресурсного обеспечения развития по ретроспективным данным цифрового мониторинга;
- сформированы процедуры интеллектуальной поддержки принятия управленческих решений на основе оптимизационного моделирования.

### ***Моделирование роста показателей эффективности системы на основе ретроспективных данных цифрового мониторинга***

Для цифровизированной организационной системы рассмотрим структуру цифрового трансфера данных мониторинга и управленческих решений при взаимодействии управляющего центра с объектами производителей  $O_i, i = 1, I$ , потребителей  $\Pi_j, j = 1, J$  и локальных агрегаторов  $A_u, u = 1, U$  в информационной среде (см. Рисунок 1).

Оптимизация принятия управленческих решений по распределению ресурсного обеспечения развития в рамках заданного горизонта планирования



**Рисунок 1.** Структурная модель взаимодействия управляющего центра с компонентами ЦОС  
 Источник: здесь и далее рисунки выполнены авторами

В качестве количественных характеристик взаимодействия при формировании заказа потребителей определены:

$V^O$  – допустимое количество элементов информационного потока, представляющего собой объединение информационных потоков объектов  $O_p, \overline{1, I}$  ;

$V^I$  – количество элементов информационного потока, генерируемых  $i$ -м объектом  $O_p, \overline{1, I}$  ;

$V_{in}$  – количество элементов  $i$ -го  $\overline{1, N}$  вида, генерируемых  $i$ -м объектом, в объединенном информационном потоке;

$V^{\Pi}$  – допустимое количество элементов объединенного информационного потока потребителей, устанавливаемое управляющим центром на период функционирования  $T$ ;

$V_j$  – количество элементов объединенного информационного потока, используемых  $j$ -м потребителем;

$V_{jm}$  – количество элементов информационного потока  $j$ -го потребителя, используемого по  $m$ -й  $\overline{1, M}$  категории результатов деятельности производителей.

Для реализации функции выполнения заказа потребителей используются цифровые сервисы локальных агрегаторов и формируется заказ товаров с указанием производителя

и адреса доставки, что отражается в цифровой платформе управляющего центра. Производители представляются эргатическими элементами, осуществляющими сборку заказа на складах с учетом отражения на оконечных устройствах (неэргатических элементах) цифрового двойника заказа, сформированного в рамках цифровой платформы управляющего центра.

Завершающим этапом с участием эргатических элементов является перемещение материальных потоков со склада производителей в пункты получения заказов потребителем с использованием цифровой логистики платформы управляющего центра.

В качестве характеристик организационной системы при выполнении заказа определены:

$r_i = \overline{1, R_i}$  – нумерационное множество неэргатических элементов (оконечных устройств) на складе  $i$ -го производителя;

$w_{ri} = \overline{1, W_{ri}}$  – нумерационное множество эргатических элементов, взаимодействующих с  $r_i$ -м неэргатическим элементом;

$t_{wriu}$  – среднее время, затрачиваемое  $r$ -м эргатическим элементом, связанным с  $r$ -м неэргатическим элементом  $i$ -го производителя и доставкой заказа в пункт получения  $u$ -го локального агрегатора;

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

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

$z_{wriu}^{\exists}$  – затраты на функционирование  $w$ -го эргатического элемента, связанного с  $r$ -м неэргатическим элементом  $i$ -го производителя и  $u$ -м локальным агрегатором.

Управляющий центр задает требования к функционированию цифровизированной организационной системы по количественным характеристикам информационных потоков  $V^o, V^I$ ; вероятности ошибки  $Q^o$ , характеризующей надежность; затратам на выполнение заказа эргатической частью человеко-машинной среды  $Z^o$ .

В сфере информационного взаимодействия осуществляется мониторинг характеристик информационных потоков за ретроспективный период  $t_1 = \overline{1, T_1} : V_i(t_1), V_{in}(t_1), V_j(t_1), V_{jm}(t_1)$  экономических показателей:  $d_i(t_1), d_{in}(t_1), S_j(t_1), S_{jm}(t_1)$ ; характеристик человеко-машинной системы выполнения заказов:  $t_{wriu}(t_1), q_{ri}^H(t_1), q_{wriu}^{\exists}(t_1), z_{wriu}^{\exists}(t_1)$ ; определяются прогностические оценки:  $\hat{V}_i(t), \hat{V}_{in}(t), \hat{V}_j(t), \hat{V}_{jm}(t), t = \overline{1, T}$ .

Для моделирования роста показателей эффективности системы в зависимости от распределения ресурсного обеспечения развития проведем машинное обучение по ретроспективным данным цифрового мониторинга, предварительно проведя структуризацию следующих временных рядов при формировании заказа потребителей:

$$V_{in}(t_1), d_{in}(t_1); \quad (1)$$

$$V_{jm}(t_1), S_{jm}(t_1), \quad (2)$$

при выполнении заказа потребителей:

$$R_i(t_1), W_{ri}(t_1), \mu(t_1). \quad (3)$$

Данные мониторинга (1)–(3) преобразуются в  $g = \overline{1, G}$  оценки темпов изменения показателей  $f_g$  с учетом восходящего тренда функционирования и развития ЦОС за один временной период:

Оптимизация принятия управленческих решений по распределению ресурсного обеспечения развития в рамках заданного горизонта планирования

$$\tau_g(t_1) = f_g(t_1 + 1) - f_g(t_1) > 0, t_1 = \overline{1, T_1}; \tag{4}$$

$$\tau_g(t) = f_g(t + 1) - f_g(t) > 0, t = \overline{1, T}. \tag{5}$$

Для получения оценок (4) временные ряды (1)–(3) служат основой интегрального оценивания функционирования ЦОС в целом:

$$D(t_1) = \sum_{i=1}^I \sum_{n=1}^N d_{in}(t_1); \tag{6}$$

$$S(t_1) = \sum_{j=1}^J \sum_{m=1}^M S_{jm}(t_1); \tag{7}$$

$$V_1(t_1) = \sum_{i=1}^I \sum_{n=1}^N V_{in}(t_1); \tag{8}$$

$$V_2(t_1) = \sum_{j=1}^J \sum_{m=1}^M V_{jm}(t_1); \tag{9}$$

$$W(t_1) = \sum_{i=1}^I \sum_{r=1}^{R_i(t_1)} W_{ri}(t_1). \tag{10}$$

С использованием обучающих выборок, сформированных на основе временных рядов (6)–(10) и вычисления оценок (4), с применением машинного обучения формируются следующие прогностические модели для временных периодов  $t = \overline{1, T}$ :

$$\tau_D(t) = f_D(V_1(t), t); \tag{11}$$

$$\tau_S(t) = f_S(V_2(t), t); \tag{12}$$

$$\tau_W(t) = f_W(W(t), t). \tag{13}$$

Процедуры интеллектуальной поддержки принятия управленческих решений прогностических моделей (11)–(13) рассматриваются с учетом восходящего тренда развития (5) 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 между временными интервалами ЦОС  $V_1(t), V_2(t), W(t), t = \overline{1, T}$ .

При принятии управленческого решения по распределению  $V_1$  используется следующая оптимизационная модель:

$$\tau_D(t) = f_D(V_1(t), t) \rightarrow \max_{V_1(t), t=\overline{1, T}};$$

$$\sum_{t=1}^T V_1(t) = V_1; \tag{14}$$

$$V_1(t) = V_1^1 \dots, V_1^t \dots, V_1^T,$$

где  $V_1^1 \dots, V_1^t \dots, V_1^T$  – ряд  $T$  дискретных чисел, отвечающих условию

$$V_1^{t+1} - V_1^t = V_1/T. \tag{15}$$

В (6) алгоритмизировано решение многомерной задачи за счет перехода к  $T$  одномерным задачам путем перебора на множестве дискретных значений  $V_1^1, \dots, V_1^2, \dots, V_1^T$ , который управляется варьированием верхнего интервала перебора  $\hat{V}_1^t(t) = \hat{V}_1^1, \dots, \hat{V}_1^t, \dots, \hat{V}_1^T$ , где верхний индекс  $t$  принимает значения на интервале  $t, \dots, t = T + 1$ :

$$\begin{aligned} f_D^1(V_1^1, t=1) &\rightarrow \max_{V_1^1 \leq V_1^2 \leq \hat{V}_1^2}, \\ f_D^2(V_1^2, t=2) + f_D^1(\hat{V}_1^3 - V_1^2, t=2) &\rightarrow \max_{V_1^1 \leq V_1^2 \leq \hat{V}_1^2}, \\ f_D^T(V_1^T, t=T) - f^{T-1}(\hat{V}_1^{T+1} - V_1^T, t=T) &\rightarrow \max_{V_1^1 \leq V_1^T \leq \hat{V}_1^{T+1}}. \end{aligned} \quad (16)$$

Решение системы одномерных задач оптимизации позволяет определить  $V_1^*(t)$ ,  $t = 1, T$  и использовать эти значения в качестве управленческого решения.

Структурная схема процедуры принятия управленческих решений при планировании развития ЦОС приведена на Рисунке 2.



**Рисунок 2.** Структурная схема процедуры принятия управленческого решения по распределению ресурса развития при реализации функции формирования заказа со стороны производителя

Оптимизация принятия управленческих решений по распределению  
ресурсного обеспечения развития в рамках заданного горизонта планирования

Аналогичным образом формируется оптимизационная задача распределения по временным периодам ресурса  $V_2$ :

$$f_s(V_2(t), t) \rightarrow \max_{V_2(t), t=1, T},$$

$$\sum_{t=1}^T V_1(t) = V_1, \quad (17)$$

$$V_1(t) = V_1^1 \dots, V_1^t \dots, V_1^T.$$

Решение (17) позволяет принять в качестве управленческого решения  $V_2^*(t), t = \overline{1, T}$ . Для функции выполнения заказа потребителей задача оптимизации имеет вид

$$f_u(W(t), t) \rightarrow \max,$$

$$\sum_{t=1}^T W(t) = W, \quad (18)$$

$$W(t) = W^1 \dots, W^t \dots, W^T,$$

где  $W^1 \dots, W^t \dots, W^T$  – целочисленные значения количества эргатических элементов в пределах планируемого ресурса.

Решение (18) позволяет принять в качестве управленческого решения  $W^*(t), t = \overline{1, T}$ .

Далее эти управленческие решения на основе оптимизационных процедур (16)–(18) рассматриваются в качестве требований управляющего центра на каждый временной период развития  $t = \overline{1, T}$ :

$V^0(t) = V_1^*(t)$  – при решении задачи оптимизации, со стороны производителей;

$V^1(t) = V_2^*(t)$  – при решении задачи, аналогичной, со стороны потребителей;

$W(t) = W^*(t)$  – при решении задачи оптимизации для функции выполнения заказа потребителей.

### Заключение

Формирование исходной информации для принятия управленческих решений по распределению ресурсного обеспечения развития определяется количественными характеристиками связей между компонентами структурной модели информационного взаимодействия производителей и потребителей при управлении в цифровизированной организационной системе.

Структуризация данных цифрового мониторинга количественных характеристик связей компонентов позволяет построить обучающие выборки временных рядов ретроспективной информации изменения ресурсного обеспечения и показателей эффективности, которые для машинного обучения позволяют формализовать управление информационными потоками и взаимодействием персонала и автоматизированных устройств при реализации функций формирования и выполнения заказов потребителей на основе предложений производителей.

Оптимизацию принятия управленческих решений по распределению ресурсного обеспечения развития в рамках горизонта планирования целесообразно осуществить, используя в качестве экстремального требования максимизацию роста основного показателя эффективности в соответствии с прогностической моделью, а граничного – балансовое условие.

Окончательно управленческое решение следует устанавливать по результатам решения совокупности одномерных задач оптимизации, эквивалентных многомерной оптимизационной задаче для всех временных периодов в рамках горизонта планирования.

### Литература

1. Вайл П., Ворнер С. Цифровая трансформация бизнеса: изменение бизнес-модели для организации нового поколения / Пер. с англ. И. Окуньковой. М. : Альпина Паблишер, 2019. 254 с. ISBN 978-5-9614-2184-2.
2. Шеффер Э. Индустрия X.O. преимущества цифровых технологий для производства / Пер. с англ. К. Ахметова. М. : Точка, 2019. 320 с. ISBN 978-5-6041396-8-4.
3. Селезнева М.П. Электронные аукционы в условиях цифровой трансформации // Экономика и бизнес: теория и практика. 2021. № 11-1(81). С. 197–199. DOI: 10.24412/2411-0450-2021-11-1-197-199. EDN PAVSKO.
4. Бижоев Б.М. Цифровая институциональная трансформация электронных торговых площадок в сфере государственных закупок в Российской Федерации // МИР (Модернизация, Инновации, Развитие). 2021. Т. 12. № 4. С. 416–433. DOI: 10.18184/2079-4665.2021.12.4.416-433. EDN LOAMMZ.
5. Рындин Н.А., Скворцов Ю.С., Тищуков Б.Н. Цифровизация управления в организационных системах агропромышленных предприятий. Воронеж : Научная книга, 2022. 148 с. ISBN 978-5-4446-1673-4. EDN HUIZZO.
6. Корчагин С.Г., Рындин А.А., Рындин Н.А. Управление в организационных системах на основе цифровых технологий. Воронеж : Научная книга, 2025. 248 с. ISBN 978-5-907328-38-9. EDN QUACJS.
7. Владимирова И.Л., Барешенкова К.А. Цифровой инжиниринг в сфере закупок при реализации инвестиционно-строительных проектов // Экономика, предпринимательство и право. 2020. Т. 10. № 2. С. 377–394. DOI: 10.18334/ep.10.2.100493. EDN QIISDC.
8. Новиков Д.А. Теория управления организационными системами. М. : Физматлит, 2007. 584 с. ISBN 978-5-94052-139-8. EDN QRZBMN.
9. 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. Т. 13. № 1. DOI: 10.26102/2310-6018/2025.48.1.043. EDN BUUAYX.
10. Ермолова В.В., Львович Я.Е., Преображенский Ю.П. Оптимизация взаимодействия компонентов человеко-машинной системы цифровизации // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. 2023. Т. 11. № 2. С. 12–13. DOI: 10.26102/2310-6018/2023.41.2.031. EDN FLQIJC.
11. Донской В.И. Интеллектуальная оптимизация на основе машинного обучения: современное состояние и перспектива (обзор) // Таврический вестник информатики и математики. 2020. № 1. С. 32–63. DOI: 10.37279/1729-3901-2020-19-1-32-63. EDN UEIWP.

### References

1. Weill P., Woerner S. (2018) *What's your digital business model?* Boston, Massachusetts : Harvard Business Review Press. 256 p. ISBN 1633692701. (Russian edition: transl. by I. Okun'kova, Moscow : Alpina Publisher, 2019. 320 p.).
2. Schaeffer E. (2017) *Industry X.0 – Rearing Digital Value in Industrial Sector.* Kogan Page Publishers. 192 p. ISBN 0749481498. (Russian edition: transl. by K. Akhmetov. Moscow : Tochka Publ., 2019. 320 p.).

Оптимизация принятия управленческих решений по распределению  
ресурсного обеспечения развития в рамках заданного горизонта планирования

3. Selezneva M.P. (2021) Electronic Auctions in the Conditions of Digital Transformation. *Journal of Economy and Business*. No. 11-1(81). Pp. 197–199. DOI: 10.24412/2411-0450-2021-11-1-197-199 (In Russian).
4. Bizhiov B.M. (2021) Digital Institutional Transformation of Electronic Trading Platforms in the Field of Public Procurement in the Russian Federation. *MIR (Modernization, Innovation, Research)*. Vol. 12. No. 4. Pp. 416–433. DOI: 10.18184/2079-4665.2021.12.4.416-433 (In Russian).
5. Ryndin N.A., Skvortsov Yu.S., Tishukov B.N. (2022) Digitalization of Management in Organizational Systems of Agro-Industrial Enterprises. Voronezh : Nauchnaya Kniga Publ. 148 p. ISBN 978-5-4446-1673-4. (In Russian).
6. Korchagin S.G., Ryndin A.A., Ryndin N.A. (2025) *Upravlenie v organizatsionnykh sistemakh na osnove tsifrovyykh tekhnologii* [Management in Organizational Systems Based on Digital Technologies]. Voronezh : Nauchnaya Kniga Publ. 248 p. ISBN 978-5-907328-38-9. (In Russian).
7. Vladimirova I.L., Bareshenkova K.A. (2020) Digital engineering in the procurement for investment and construction projects. *Economics, Entrepreneurship and Law*. Vol. 10. No. 2. Pp. 377–394. DOI: 10.18334/epp.10.2.100493 (In Russian).
8. Novikov D.A. (2007) *Theory of Organizational Systems Management*. Moscow : Fizmatlit Publ. 584 p. (In Russian).
9. Lvovich Ya.E., Preobrazhensky Yu.P., Pupykin A.N. (2025) Optimization of consumer order fulfillment management in a digitalized organization system of interaction with producers. *Modeling, Optimization and Information Technology*. Vol. 13. No. 1. DOI: 10.26102/2310-6018/2025.48.1.043 (In Russian).
10. Ermolova V.V., Lvovich Ya.E., Preobrazhensky Yu.P. (2023) Optimization of interaction between components of a human-machine system of digitalization. *Modeling, Optimization, and Information Technology*. Vol. 11. No. 2. Pp. 12–13. DOI: 10.26102/2310-6018/2023.41.2.031 (In Russian).
11. Donskoy V.I. (2020) Intelligent Optimization Based on Machine Learning: State of Art and Prospects (A Survey). *Taurida Journal of Computer Science Theory and Mathematics*. No. 1. Pp. 32–63. DOI: 10.37279/1729-3901-2020-19-1-32-63. (In Russian).

Поступила в редакцию: 24.12.2025

Received: 24.12.2025

Поступила после рецензирования: 21.01.2026

Revised: 21.01.2026

Принята к публикации: 11.02.2026

Accepted: 11.02.2026