

Ссылка для цитирования этой статьи:

Виноградова Е.Ю., Слобцов Л.А. Формирование динамической модели управления процессами // Human Progress. 2026. Том 12, Вып. 4. С. 11. URL: http://progress-human.com/images/2026/Tom12_4/Vinogradova.pdf DOI 10.46320/2073-4506-2026-4a-17.

ФОРМИРОВАНИЕ ДИНАМИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССАМИ

Виноградова Екатерина Юрьевна

доктор экономических наук, доцент,
начальник управления информационных систем и сервисов,
Уральский государственный экономический университет,
г. Екатеринбург, Российская Федерация

Слобцов Леонид Антонович

аспирант кафедры информационных технологий и статистики,
Уральский государственный экономический университет,
г. Екатеринбург, Российская Федерация

Аннотация. В статье приведен механизм формирования входных данных для динамической модели управления процессами хозяйствующих субъектов. Детально описаны типы, принципы и атрибуты спецификаций продукции, массивы сообщений о плановых заказах и рекомендациях. Также приведен подробный список сведений, необходимых для формирования модели, описаны форматы и уровни компоновки спецификации (узлы, компоненты, материалы, сборочные единицы и пр.). Обозначены терминологические нюансы именования спецификаций для готовой продукции (матричные спецификации, спецификации итоговой применяемости, одноуровневые и многоуровневые спецификации, структурированные спецификации и пр.). В статье также исследованы различные подходы к формированию спецификаций в контексте процессов информационного обеспечения и управления технологиями на предприятии. Обозначены методологические подходы к формированию политики управления спецификациями на предприятии.

Ключевые слова: интеллектуальные информационные технологии, информационные системы, управление предприятиями.

JEL коды: M11, O16.

Введение

Задачу управления и планирования на предприятии в содержательном виде можно представить в виде следующих взаимосвязанных блоков:

1. Данные о потребности в изделиях независимого спроса: заинтересованность в получении тех или иных номенклатурных позиций проявляет непосредственно потребитель продукции предприятия, которому эта продукция отгружается.

2. Данные о запасах продукции, сборочных единиц и материалов, а также информация об открытых заказах.

3. Данные о составе изделий и нормах расхода сырья, материалов и компонентов на единицу измерения готовой продукции. В теории эта информация получила название спецификация [1], [2], [3], [4], [5], [6], [7], [8]. Спецификация может быть одноуровневой или многоуровневой, обычной или плановой.

Материалы и методы

Описание обычной спецификации можно свести в таблицу. При этом возможны два варианта описания в табличном виде, которые приведены в таблице 1.

Таблица 1

Спецификация для готовой продукции

Уровень в спецификации	Код позиции	Описание	Количество на единицу родительского изделия	Единица измерения
0	000	Готовая продукция	1	
1	001	Сборочная единица	1	
2	011	Компонент	2	
3	111	Материал	5	
2	012	Компонент	3	
1	002	Сборочная единица	2	
2	021	Компонент	2	
3	211	Материал	4	
3	212	Материал	10	
2	022	Компонент	4	

Система формирует два массива сообщений: плановые заказы и рекомендации.

Плановые заказы предлагают размер заказа, дату запуска и дату выполнения заказа как результат работы в том случае, когда система встречается с наличием нетто-потребности. Плановые заказы создаются компьютерной системой, существуют только в компьютерной системе и могут быть изменены или удалены компьютерной системой при последующем запуске при изменении исходных данных.

Прежде чем начинать эксплуатацию системы необходимо подготовить для этого некоторые данные, которые, наряду с данными оперативного характера, образуют

информационный базис для плановой системы.

Список сведений, которые необходимо иметь в наличии, следующий:

1. данные об используемых единицах измерения объемов продукции, материалов, деталей и прочие;
2. данные о номенклатурных позициях;
3. данные о спецификациях;
4. данные о технологических маршрутах;
5. данные о территориальной структуре предприятия (иначе говоря, о местах хранения запасов);
6. данные о производственной структуре предприятия.

Результаты исследования. Понятие спецификации, виды спецификаций

Спецификация – список всех сборочных единиц, промежуточных продуктов, деталей и материалов, которые применяются в родительской сборочной единице, с указанием норм их расхода.

По формату представления данных выделяют множество различных вариантов спецификаций.

Одноуровневые, содержащие сведения только о компонентах, непосредственно входящих в родительскую номенклатурную позицию. Пример одноуровневой спецификации в списковом (табличном) формате приведен в таблице 2.

Таблица 2

Пример одноуровневой спецификации

Компонент	Наименование	Норма расхода	Единица измерения
В	Сборочная единица	1	Шт.
С	Сборочная единица	2	Шт.

Многоуровневые, содержащие сведения обо всех компонентах, входящих в родительскую номенклатурную позицию, вплоть до уровня закупаемых компонентов и материалов. Пример многоуровневой спецификации в графическом и списковом (табличном) формате приведен в таблице 3.

Таблица 3

Пример многоуровневой спецификации

Уровень	Компонент	Наименование	Норма расхода	Единица измерения
1	B	Сборочная единица	1	Шт.
2	D	Узел	2	Шт.
3	F	Узел	1	Шт.
4	G	Материал	3	Кг.
4	I	Материал	4	Кг.
3	H	Материал	5	Кг.
2	E	Узел	3	Шт.
1	C	Сборочная единица	2	Шт.
2	F	Узел	2	Шт.
3	G	Материал	3	Кг.
3	I	Материал	4	Кг.
2	E	Узел	2	Шт.

Пример структурированной спецификации в списковом (табличном) формате приведен в таблице 4.

Таблица 4

Пример структурированной спецификации

Уровень	Компонент	Наименование	Норма расхода	Единица измерения
1	B	Сборочная единица	1	Шт.
2	D	Узел	2	Шт.
3	F	Узел	1	Шт.
4	G	Материал	3	Кг.
4	I	Материал	4	Кг.
3	H	Материал	5	Кг.
2	E	Узел	3	Шт.
1	C	Сборочная единица	2	Шт.
2	F	Узел	2	Шт.
3	G	Материал	3	Кг.
3	I	Материал	4	Кг.
2	E	Узел	2	Шт.

Итоговой применяемости. Данный тип спецификации схож с предшествующим, за исключением того, что таблица строится без учета уровня вхождения компонента в готовый продукт. Пример спецификации итоговой применяемости приведен в таблице 5.

Таблица 5

Пример спецификации итоговой применяемости

Компонент	Наименование	Норма расхода	Единица измерения
B	Сборочная единица	1	Шт.
C	Сборочная единица	2	Шт.
D	Узел	2	Шт.
E	Узел	3	Шт.
F	Узел	1	Шт.
G	Материал	3	Кг.
H	Материал	5	Кг.
I	Материал	4	Кг.

Матричные. В матричном виде группируются все номенклатурные позиции, применяемые в рамках семьи продуктов, что позволяет быстро просуммировать потребность в общих для всех изделий семьи продуктов компонентах. Пример матричной спецификации приведен в таблице 6.

Таблица 6

Пример матричной спецификации

Компоненты	Родительское изделие		
	A1	A2	A3
Сборочная единица 1	B	B	B
Сборочная единица 2	C	C1	C2
Сборочная единица 3	-	K1	K2

Одноуровневой применяемости компонента – список всех родительских номенклатурных позиций, в которых непосредственно применяется данный компонент. Пример спецификации одноуровневой применяемости компонента приведен в таблице 7.

Таблица 7

Пример спецификации одноуровневой применяемости компонента

Родительское изделие	Наименование	Норма расхода	Единица измерения
D	Узел	1	Шт.
C	Сборочная единица	2	Шт.

Многоуровневой применяемости компонента – список всех родительских номенклатурных позиций вплоть до готовой продукции, в которых применяется данный компонент как непосредственно, так и как часть других компонентов. Пример спецификации многоуровневой применяемости компонента приведен в таблице 8.

Таблица 8

Пример спецификации многоуровневой применяемости компонента

Уровень	Компонент	Наименование	Норма расхода	Единица измерения
1	C	Сборочная единица	2	Шт.
0	A	Изделие	4	Шт.
2	D	Узел	1	Шт.
1	B	Сборочная единица	2	Шт.
0	A	Изделие	2	Шт.

Применяемости компонента для изделий верхнего уровня – список всех номенклатурных позиций готовой продукции, в которых применяется данный компонент. Пример спецификации применяемости компонента для изделий верхнего уровня приведен в таблице 9.

Таблица 9

Пример спецификации применяемости компонента для изделий верхнего уровня

Изделие	Наименование
A	Изделие

С полиции поддержки плановых функций можно выделить следующие типы спецификаций.

Обычная – применяется для номенклатурных позиций с отсутствием вариативности компонентов в спецификации продукта. Это означает, что варианты исполнений изделия такой спецификацией не поддерживаются. Все вышеприведенные примеры спецификаций относятся к спецификациям подобного типа.

Модульная – с выделением в качестве узлов структуры общих для всех модификаций изделия, частей, а также модулей продукта и опций. Пример модульной спецификации приведен на рис. 1.

Плановая – то же, что и модульная, но уже с указанием процентных отношений применяемости модулей и опций. Пример плановой спецификации приведен на рис. 2.

Результаты и обсуждение

Идея представления функционирования предприятия в виде набора бизнес-процессов, а управления ее деятельностью как управление бизнес-процессами стала рассматриваться в конце 80-х годов. Выделение бизнес-процессов, их анализ и последующее совершенствование – колоссальный резерв для повышения конкурентоспособности предприятия и эффективности ее работы.

Модель – это совокупность символов (математических, графических и др.), которая

достаточно адекватно описывает некоторые свойства моделируемого объекта и отношения между ними. Нотации – система условных обозначений, принятая в конкретной модели. Средства – аппаратное и программное обеспечение, реализующее выбранную методологию, в том числе построение соответствующих моделей с принятой для них нотацией. При моделировании систем вообще и, в частности, для целей структурного анализа деятельности предприятия используются различные модели, отображающие: функции, которые система должна выполнять; процессы, обеспечивающие выполнение указанных функций; данные, необходимые при выполнении функций, и отношения между этими данными; организационные структуры, обеспечивающие выполнение функций; материальные и информационные потоки, возникающие в ходе выполнения функций.

Пример решения задачи динамической оптимизации комплексного управления технологическими процессами на основе реальных данных приведен ниже.

- 1.1. $Q(t) = (10, 5, 7)$ – остатки продукции на складе;
- 1.2. $Q^{(p)}(t) = (300, 400, 350)$ – плановые объемы производства продукции;
- 1.3. $z(t) = (2, 3, 4)$ – затраты на единицу продукции;
- 1.4. $c(t) = (750, 800, 600)$ – цены на продукцию предприятия;
- 1.5. $u^1(t) = (0, 1, 0)$; $u^2(t) = (1, 1, 1)$; $u^3(t) = (1, 0, 1)$;
- 1.6. $d^1(t) = (0, 6, 0)$; $d^2(t) = (4, 7, 8)$; $d^3(t) = (3, 0, 6)$;
- $Z_1^{(p)}(t) = (0, 2400, 0)$; $Z_2^{(p)}(t) = (0, 2400, 0)$; $Z_3^{(p)}(t) = (900, 0, 2100)$;

$$2.1. \Phi(t) = \begin{pmatrix} 225000 \\ 320000 \\ 210000 \\ 225000 \\ 320000 \\ 210000 \\ 225000 \\ 320000 \\ 210000 \end{pmatrix} - \begin{pmatrix} 20 \\ 15 \\ 28 \\ 20 \\ 15 \\ 28 \\ 20 \\ 15 \\ 28 \end{pmatrix} - \begin{pmatrix} 0 \\ 1600 \times u_2^1 \\ 1050 \times u_3^1 \\ 1800 \times u_1^2 \\ 2800 \times u_2^2 \\ 0 \\ 0 \\ 3200 \times u_2^3 \\ 2100 \times u_3^3 \end{pmatrix};$$

- 3.1. В результате решения задачи, для продукта 1 будет выбран технологический способ 2, для продукта 2 – технологический способ 3, для продукта 3 – технологический способ 3.

$$4. R_1^{(p)}(t) = (0, 0, 0); R_2^{(p)}(t) = (290, 0, 0); R_3^{(p)}(t) = (0, 300, 300);$$

$$C^{(r)}(t) = (750, 800, 600);$$

$$5. Q^{(e)}(t+1) = \begin{pmatrix} 9 \\ 90 \\ 45 \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} 300 \\ 400 \\ 350 \end{pmatrix} - \begin{pmatrix} 290 \\ 300 \\ 300 \end{pmatrix};$$

$$P(t+1) = 636980 + \begin{pmatrix} 292500 \\ 240000 \\ 180000 \end{pmatrix} - \begin{pmatrix} 20 \\ 15 \\ 28 \end{pmatrix} - \begin{pmatrix} 290 \times u_2^1 \\ 300 \times u_3^2 \\ 300 \times u_3^3 \end{pmatrix};$$

$$6. \Phi(2) = 1254083.$$

Рисунок 1. Модульная спецификация

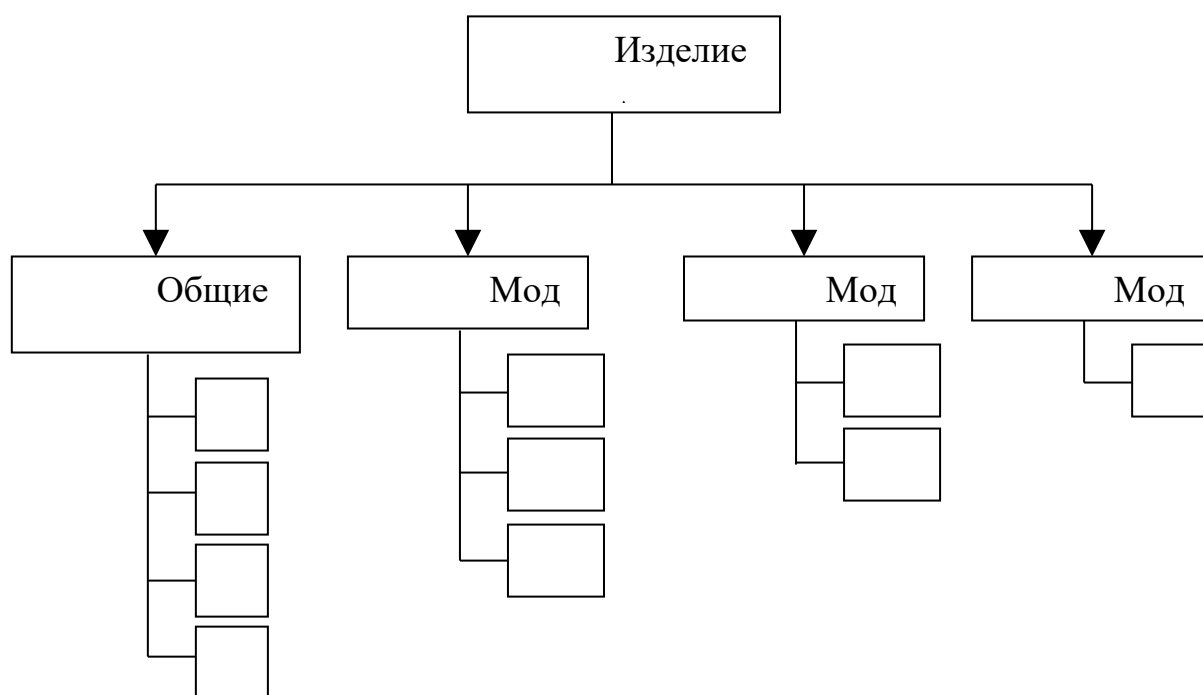
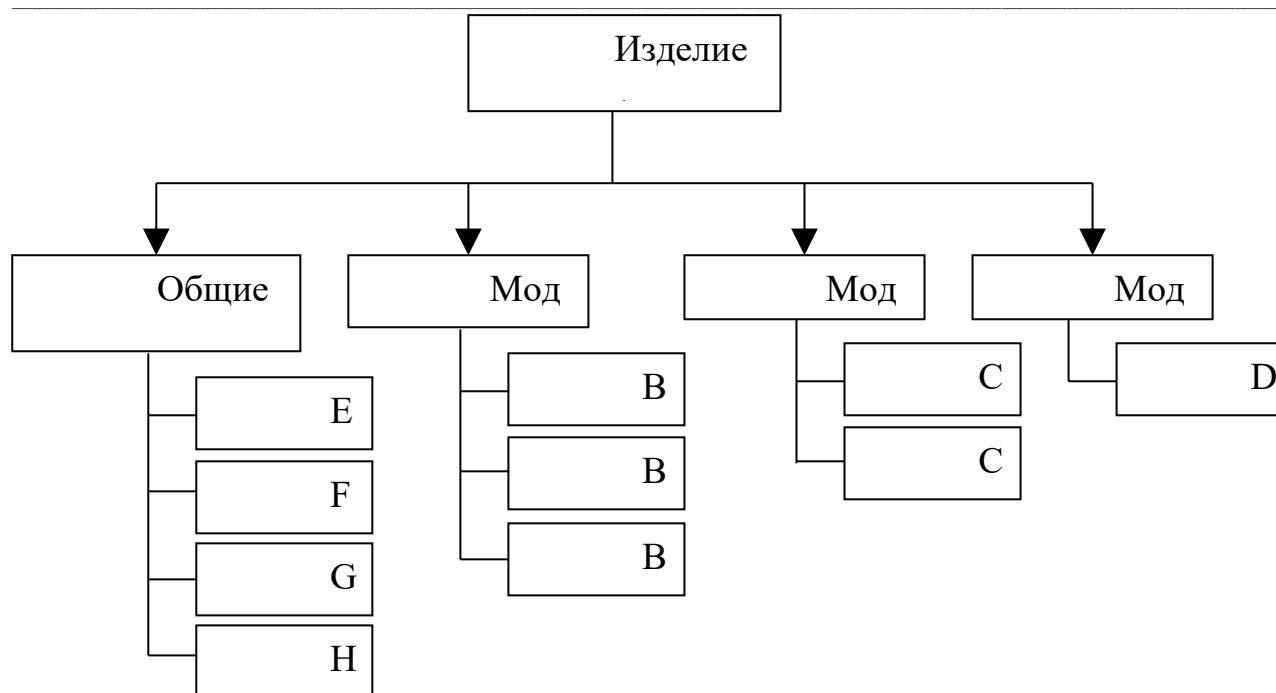


Рисунок 2. Плановая спецификация



Заключение

Известно, что повышение эффективности принятия управленческих решений возможно за счет разработки и введения действенного инструментария анализа принятия решений и невозможно без применения современных объектно-ориентированных методик программирования и разработки соответствующего программного обеспечения.

Для решения многошаговых задач возможны два подхода. Первый основан на принципе оптимальности Р. Беллмана и приводит к необходимости решать функциональные уравнения специального вида. Второй – вариационный – подход основан на распространении идей и методов математического программирования на многошаговые задачи и смыкается с аппаратом принципа максимума Л.С. Понтрягина, развитого для решения задач оптимального непрерывного управления.

При решении задачи передачи технологических данных в производственно-диспетчерскую службу предприятия необходимо предварительно усовершенствовать систему показателей, характеризующих соответствующий технологический процесс в целях совместимости с другими компонентами и модулями спроектированной информационной системы. Также необходимо обязательно иметь в виду и тот факт, что синхронизация всех компонентов системы должна учитывать возможность последующей доработки и внедрения GPS (Глобальной системы навигации).

Для обеспечения качественной работы с уже имеющимися и вновь поступающими данными разработана единая для всех подразделений и филиалов предприятия структура базы

данных (БД) и обеспечено ежедневное ее резервное копирование и зеркалирование.

В качестве критерия эффективности оптимизации комплексного управления технологическими процессами на предприятии может выступать общий объем его прибыли.

Динамическая модель оптимизации комплексного управления технологическими процессами на предприятии позволяет решить задачу формирования оптимальной производственной программы и ценовой политики предприятия, т.к. предприятие заинтересовано в увеличении выпуска той продукции, спрос на которую повышен и в оперативном совершенствовании технологического процесса производства этой продукции.

Необходимо иметь критерии для анализа безубыточности производства при использовании допустимых технологических процессов на предприятии. Предложенный в работе критерий анализа безубыточности может быть использован в качестве алгоритма для анализа безубыточности реализации конкретных наборов допустимых технологических процессов на предприятии.

Прежде чем начинать эксплуатацию системы необходимо подготовить входные данные и сформировать ограничения для динамической модели оптимального планирования и управления, которые, наряду с данными оперативного характера, образуют информационный базис для работы информационной системы планирования и управления Dynamical Project Control.

Список необходимых параметров следующий:

- данные об используемых единицах измерения объемов продукции, материалов, деталей и прочие;
- данные о номенклатурных позициях;
- данные о спецификациях;
- данные о технологических маршрутах;
- данные о территориальной структуре предприятия (иначе говоря, о местах хранения запасов);
- данные о производственной структуре предприятия.

Таким образом, прежде чем начинать эксплуатацию системы необходимо подготовить для этого некоторые данные, которые, наряду с данными оперативного характера, образуют информационный базис для плановой системы.

Список литературы

1. Golovina A. N., Kovalev V. Ye., Malek T. I. On the research of multiplier effects in complex production systems. *Journal of New Economy*, 2024 vol. 25, № 4, P. 127147. DOI: 10.29141/2658-5081-2024-25-4-7. EDN: TWNJIT.
2. Silin Ya. P., Animitsa E. G., Blaginin V. A. Diagnostics of the transport and communication infrastructure in the economic space of Russia's federal districts. *Journal of New Economy*, 2025 vol. 26, № 1, P. 87-110. DOI: 10.29141/2658-5081-2025-26-1-5. EDN: HNJJAE.
3. Vlasova N. Yu., Titovets A. Yu. Theoretical and methodological aspects of exploring the impact of informatisation on the regional economic system development. *Journal of New Economy*, 2025 vol. 26, № 2, P. 85-109. DOI: 10.29141/2658-5081-2025-26-2-5. EDN: TNCNIK.
4. Вайсман Е.Д., Железнова Т.Ю. Стратегическое поведение и резистентность промышленного предприятия к внешней среде // *Управленец*. 2023. Т. 14, № 6. С. 91-108.
5. Вендров А.М. Проектирование программного обеспечения экономических информационных систем. М.: Финансы и статистика, 2002. 352 с.
6. Виноградова Е.Ю. Математическая модель интеллектуальной информационной системы поддержки принятия управленческих решений // *Вестник Омского университета Серия «Экономика»*, 2012, № 2. С. 146-155.
7. Виноградова Е.Ю. Управление внедрением информационной системы планирования на предприятии // *Современные проблемы прикладной информатики: Сборник научных трудов международной научно-практической конференции 27-28 мая 2008 года*: СПб.: Изд-во Политехн. Ун-та, 2008, стр. 54-58.
8. Войнов И.В., Пудовкина С.Г., Телегин А. И. Моделирование экономических систем и процессов. Опыт построения ARIS-моделей. Челябинск: Изд. ЮУрГУ, 2002. 392 с.

FORMATION OF A DYNAMIC PROCESS MANAGEMENT MODEL

Vinogradova Ekaterina Yurievna

Doctor of Economics, Associate Professor,
Head of Information Systems and Services Department,
Ural State University of Economics,
Yekaterinburg, Russia

Slobtsov Leonid Antonovich

Postgraduate student of the Department of Information Technology and Statistics,
Ural State University of Economics,
Yekaterinburg, Russia

Abstract. The article presents a mechanism for generating input data for a dynamic process management model of business entities. The types, principles, and attributes of product specifications are described in detail, as well as arrays of messages about planned orders and recommendations. It also provides a detailed list of information needed to form the model, describes the formats and layout levels of the specification (nodes, components, materials, assembly units, etc.). The terminological nuances of naming specifications for finished products (matrix specifications, final applicability specifications, single-level and multi-level specifications, structured specifications, etc.) are outlined. The article also examines various approaches to the formation of specifications in the context of information support and technology management processes in the enterprise. Methodological approaches to the formation of a specification management policy at an enterprise are outlined.

Key words: intelligent information technologies, information systems, enterprise management.

JEL Code: M11, O16.

References

1. Golovina A. N., Kovalev V. Ye., Malek T. I. On the research of multiplier effects in complex production systems. *Journal of New Economy*, 2024 vol. 25, № 4, P. 127147. DOI: 10.29141/2658-5081-2024-25-4-7. EDN: TWNJIT.
2. Silin Ya. P., Animitsa E. G., Blaginin V. A. Diagnostics of the transport and communication infrastructure in the economic space of Russia's federal districts. *Journal of New Economy*, 2025 vol. 26, № 1, P. 87-110. DOI: 10.29141/2658-5081-2025-26-1-5. EDN: HNJJAE.
3. Vlasova N. Yu., Titovets A. Yu. Theoretical and methodological aspects of exploring the impact of informatisation on the regional economic system development. *Journal of New Economy*, 2025 vol. 26, № 2, P. 85-109. DOI: 10.29141/2658-5081-2025-26-2-5. EDN: TNCNIK.
4. Vaisman E.D., Zheleznova T.Y. Strategic behavior and resistance of an industrial enterprise to the external environment. 2023. Vol. 14, № 6. P. 91-108.
5. Vendrov A.M. Designing software for economic information systems. Moscow: Finance and Statistics, 2002. 352 p.
6. Vinogradova E.Y. Mathematical model of an intelligent information system for supporting managerial decision-making // *Bulletin of Omsk University Series «Economics»*, 2012, № 2. P. 146-155.
7. Vinogradova E.Y. Management of the implementation of the information planning system at the enterprise // *Modern problems of applied informatics: Collection of scientific papers of the international scientific and practical conference on May 27-28, 2008*: St. Petersburg: Polytechnic Publishing House. University, 2008. P. 54-58.
8. Voynov I.V., Pudovkina S.G., Telegin A. I. Modeling of economic systems and processes. Experience in building ARIS models. Chelyabinsk: SUSU Publishing House, 2002. 392 p.