

УДК 004.94;303.732

DOI 10.52575/2687-0932-2026-53-2-437-445

EDN RLMLXU

Сравнительное графическое моделирование процессов в нотациях BPMN и «Узел-Функция-Объект»

Малкуш Е.В., Маторин С.И., Жихарев А.Г., Афонин А.Н.

Белгородский государственный национальный исследовательский университет,
Россия, 308015, г. Белгород, ул. Победы, д. 85
malkush@bsuedu.ru, matorin@bsuedu.ru, zhikharev@bsuedu.ru

Аннотация. Для моделирования деятельности используются различные графические нотации. На данный момент самой модной можно назвать нотацию BPMN (Business Process Model and Notation). У этой нотации есть ряд возможностей и достоинств по отношению к другим нотациям. Однако, несмотря на то, что ее главное назначение – создание наглядных блок-схем, которые понятны как заказчикам (бизнесу), так и техническим специалистам (разработчикам, аналитикам), данная нотация обладает множеством недостатков, широко обсуждаемых специалистами. При этом основные недостатки связаны с плохой наглядностью и читабельностью диаграмм. Таким образом возникает задача учета и компенсации этих недостатков, которая может быть решена с помощью разработанной авторами ранее процедуры преобразования диаграмм BPMN в диаграммы в терминах системно-объектного подхода «Узел-Функция-Объект» (УФО-диаграммы). Целью данной работы является исследование результатов такого преобразования на конкретном примере и проведение сравнительного анализа BPMN и УФО-нотации. В данной работе рассматривается технологический процесс производства этилового эфира диметиламинобензойной кислоты, строятся диаграммы этого техпроцесса в нотации BPMN и УФО-нотации. Выявляются недостатки BPMN на конкретном примере и возможности их компенсации с помощью УФО-диаграмм.

Ключевые слова: BPMN, нотация «Узел-Функция-Объект», УФО-нотация, УФО-диаграмма, технологический процесс, производство этилового эфира диметиламинобензойной кислоты

Для цитирования: Малкуш Е.В., Маторин С.И., Жихарев А.Г., Афонин А.Н. 2026. Сравнительное графическое моделирование процессов в нотациях BPMN и «Узел-Функция-Объект». *Экономика. Информатика*, 53(2): 437–445. DOI 10.52575/2687-0932-2026-53-2-437-445. EDN RLMLXU

Comparative Graphical Modeling of Processes in BPMN and Unit-Function-Object Notations

Elena V. Malkush, Sergey I. Matorin, Aleksandr G. Zhikharev, Andrey N. Afonin

Belgorod State National Research University,
85 Pobedy St., Belgorod 308015, Russia
malkush@bsuedu.ru, matorin@bsuedu.ru, zhikharev@bsuedu.ru

Abstract. Various graphical notations are used for business modeling. Currently, BPMN (Business Process Model and Notation) is considered to be the most popular one. This notation offers a number of possibilities and advantages over other notations. However, despite its primary purpose being the creation of visual flowcharts that are understandable to both clients (businesses) and technical specialists (developers, analysts), this notation has numerous drawbacks that are widely discussed by experts. The main drawbacks are related to the poor visual clarity and readability of the diagrams. Therefore, the task of accounting for and compensating for these shortcomings arises, which can be solved using a procedure previously developed by the authors for converting BPMN diagrams into UFO diagrams (those used in terms of the system-object approach Unit-Function-Object). The aim of the study is to examine the results of such a conversion using a specific example and to conduct a comparative analysis of BPMN and UFO notations. This paper examines the production process of dimethylaminobenzoic acid ethyl ester

© Малкуш Е.В., Маторин С.И., Жихарев А.Г., Афонин А.Н., 2026

and constructs process diagrams in BPMN and UFO notation. Based on the specific example, we have identified the deficiencies of BPMN and found ways to mitigate them using UFO diagrams.

Keywords: BPMN, Unit-Function-Object notation, UFO-notation, UFO-diagram, process flow, production of ethyl dimethylaminobenzoate

For citation: Malkush E.V., Matorin S.I., Zhikharev A.G., Afonin A.N. 2026. Comparative Graphical Modeling of Processes in BPMN and Unit-Function-Object Notations. *Economics. Information technologies*, 53(2): 437–445 (in Russian). DOI 10.52575/2687-0932-2026-53-2-437-445. EDN RLMLXU

Введение

В связи с развитием систем управления бизнес-процессами (BPMS) [Якубов, Худойбердиев, 2025; 12 критических ошибок ..., 2026], в основе применения которых лежат графические модели этих процессов, возросла актуальность совершенствования графических нотаций. К сожалению, в системах BPMS [Сила и слабость ..., 2026] чаще всего используется нотация BPMN [Нотация BPMN 2.0], обладающая, конечно, определенными возможностями, но и множеством недостатков, которые подробно рассмотрены, например, в работе [Зимовец, Малкуш и др., 2025].

При этом в этой же работе авторами предложен метод и алгоритм эмуляции диаграмм в BPMN с помощью диаграмм в нотации «Узел-Функция-Объект» (УФО-нотации) [Жихарев, Зимовец и др., 2021], который позволяет преобразовывать BPMN-диаграммы в УФО-диаграммы, устраняя, таким образом, некоторые недостатки BPMN. В частности, удастся значительно сократить число используемых символов без потери содержания и сделать диаграммы более читабельными.

В данной работе авторы рассматривают пример практического использования нотации BPMN и УФО-нотации для моделирования технологического процесса получения органических соединений и проводят сравнительный анализ полученных моделей.

Описание технологического процесса

В качестве примера технологического процесса для построения графических моделей используется регламент производства *этилового эфира диметиламинобензойной кислоты*, используемого для производства компонентов полимерных композитных систем, применяемых в стоматологии, разработанный ООО «БЕЛФАРМАМЕД».

Данный регламент состоит из 4 этапов. Первый этап (ТП.1) – это получение *диметиламинобензальдегида* из диметилформамида (ДМФА) в присутствии оксихлорида фосфора. Этап состоит из следующих шагов:

- ТП.1.1. Образование комплекса хлорокиси фосфора с ДМФА.
- ТП.1.2. Добавление в реакционную смесь диметиланилина.
- ТП.1.3. Нейтрализация реакционной массы и кристаллизация.
- ТП.1.4. Фильтрация диметиламинобензальдегида и сушка на открытом воздухе.

Второй этап (ТП.2) – это получение *диметиламинобензойной кислоты* из диметиламинобензальдегида. Этап состоит из следующих шагов:

- ТП.2.1. Синтез диметиламинобензойной кислоты.
- ТП.2.2. Подкисление, выделение, фильтрация диметиламинобензойной кислоты.
- ТП.2.3. Сушка осадка диметиламинобензойной кислоты.

Третий этап (ТП.3) – это получение *этилового эфира диметиламинобензойной кислоты*. Этап состоит из следующих шагов:

- ТП.3.1. Синтез этилового эфира диметиламинобензойной кислоты.
- ТП.3.2. Нейтрализация реакционной массы.
- ТП.3.3. Промывка этилового эфира диметиламинобензойной кислоты.

И четвертый этап (УМО.4) – это фасовка и упаковка полученного продукта (УМО.4.1).

На первых трех этапах кроме основного реагента используются дополнительные, и на всех этапах имеются отходы, подлежащие утилизации.

В регламенте представлена характеристика производимой продукции, описаны химическая и технологическая схемы производства. Представлены также аппаратурная схема производства и спецификация оборудования. Подробно описаны характеристики сырья, вспомогательных материалов и полупродуктов. Кроме того, отражены вопросы переработки и обезвреживания отходов производства, контроля производства и управления технологическим процессом

В представленном регламенте содержится вся информация, необходимая и достаточная для построения графической модели данного технологического процесса.

ВРМН-модель техпроцесса производства этилового эфира диметиламинобензойной кислоты

В соответствии с правилами ВРМН верхний уровень графической модели в этой нотации представлен на рис. 1.

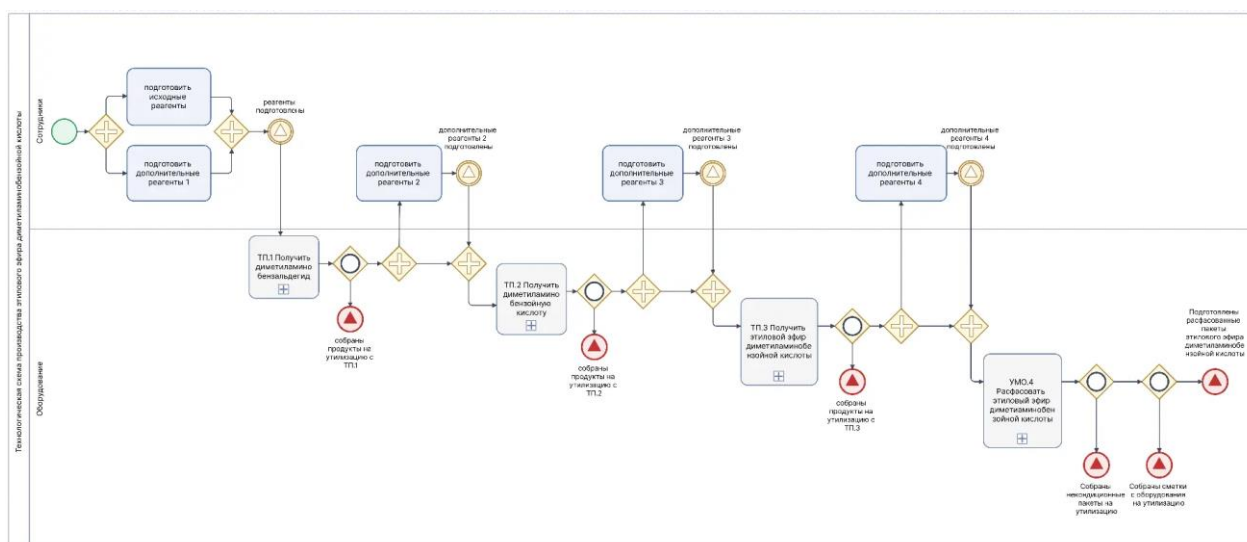


Рис. 1. BPMN-диаграмма производства этилового эфира диметиламинобензойной кислоты
Fig. 1. BPMN diagram production of dimethylaminobenzoic acid ethyl ester

На рис. 2 представлена первая часть моделируемого технологического процесса (ТП1) – получение диметиламинобензальдегида в нотации BPMN.

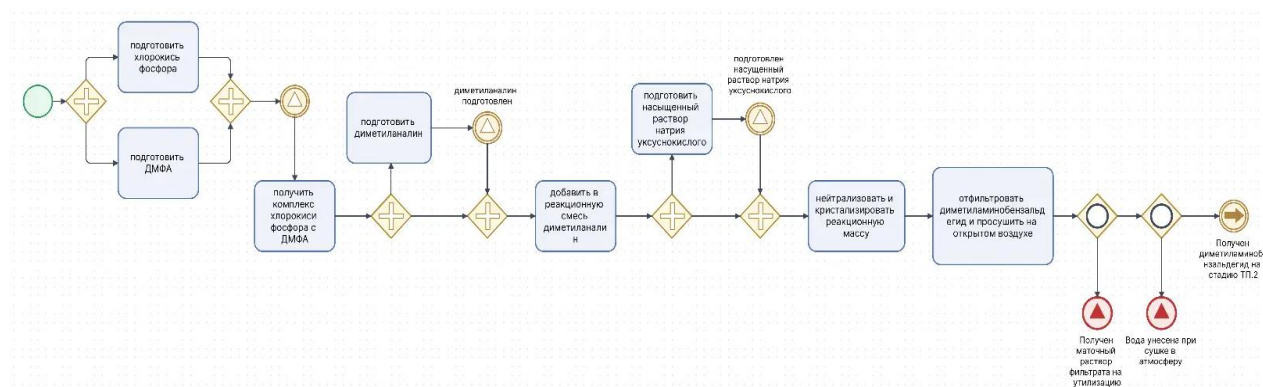


Рис. 2. BPMN-диаграмма получения диметиламинобензальдегида
Fig. 2. BPMN diagram obtaining dimethylaminobenzaldehyde

УФО-модель техпроцесса производства этилового эфира диметиламинобензойной кислоты

В соответствии с алгоритмом преобразования BPMN в УФО, представленным в работе [Зимовец, Малкуш, 2025], на рис. 3 представлена контекстная диаграмма моделируемого процесса в УФО-нотации.

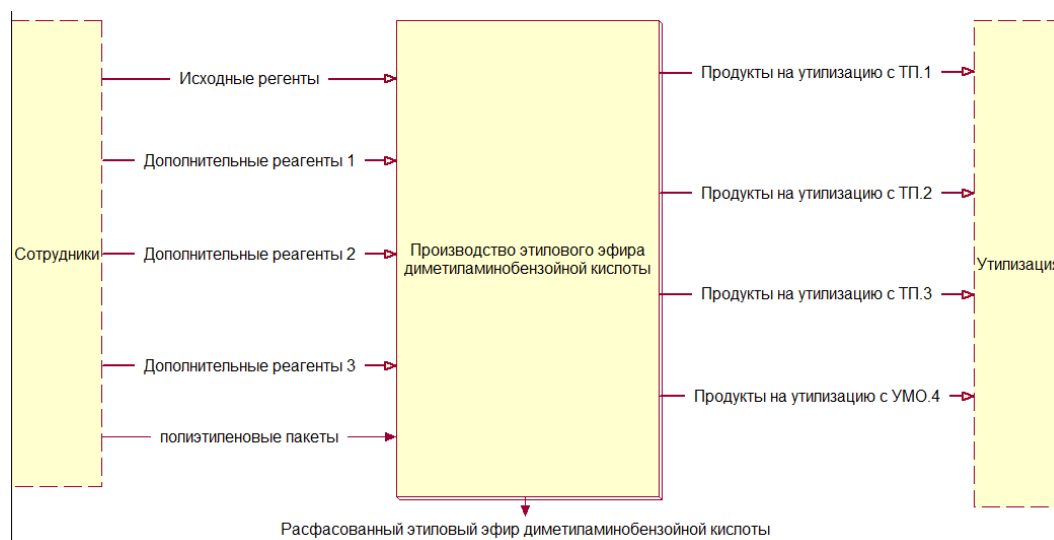


Рис. 3. Контекстная УФО-диаграмма производства этилового эфира
диметиламинобензойной кислоты

Fig. 3. Contextual UFO-diagram production of dimethylaminobenzoic acid ethyl ester

На рис. 4 представлена диаграмма декомпозиции контекстной диаграммы на рис. 3.

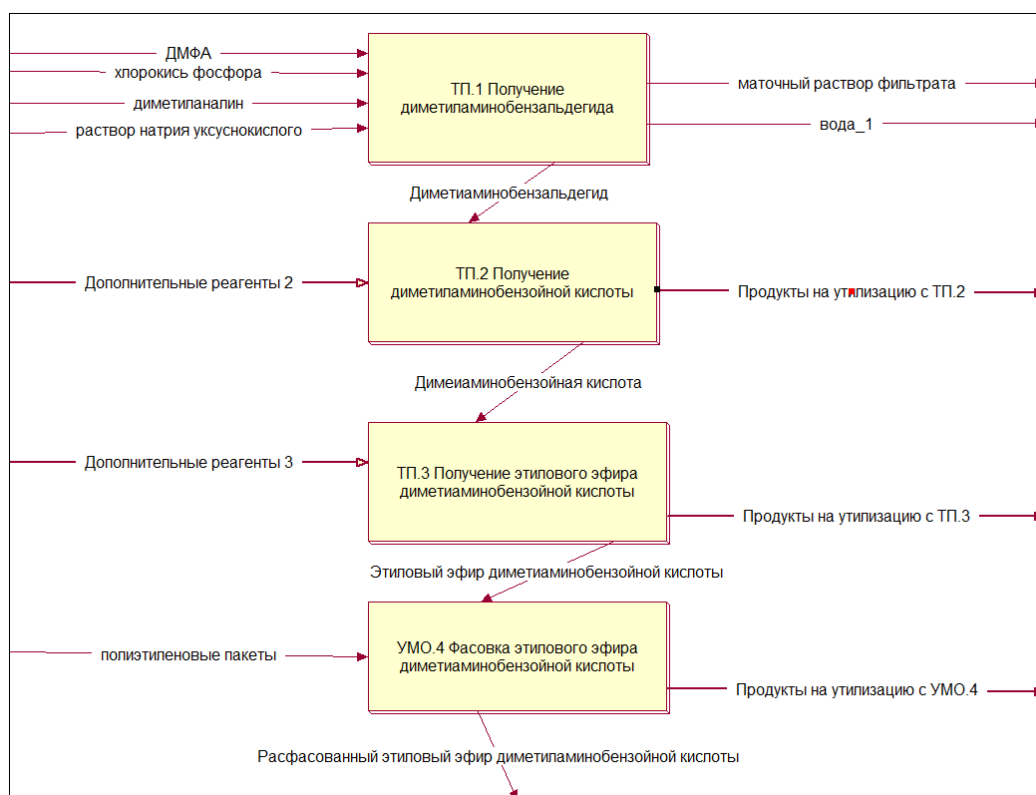


Рис. 4. УФО-диаграмма декомпозиции контекстной диаграммы на рис. 3
Fig. 4. UFO-diagram of the decomposition of the context diagram in Fig. 3

На рис. 5 представлена первая часть моделируемого технологического процесса (ТП1) – получение диметиламинобензальдегида в УФО-нотации.

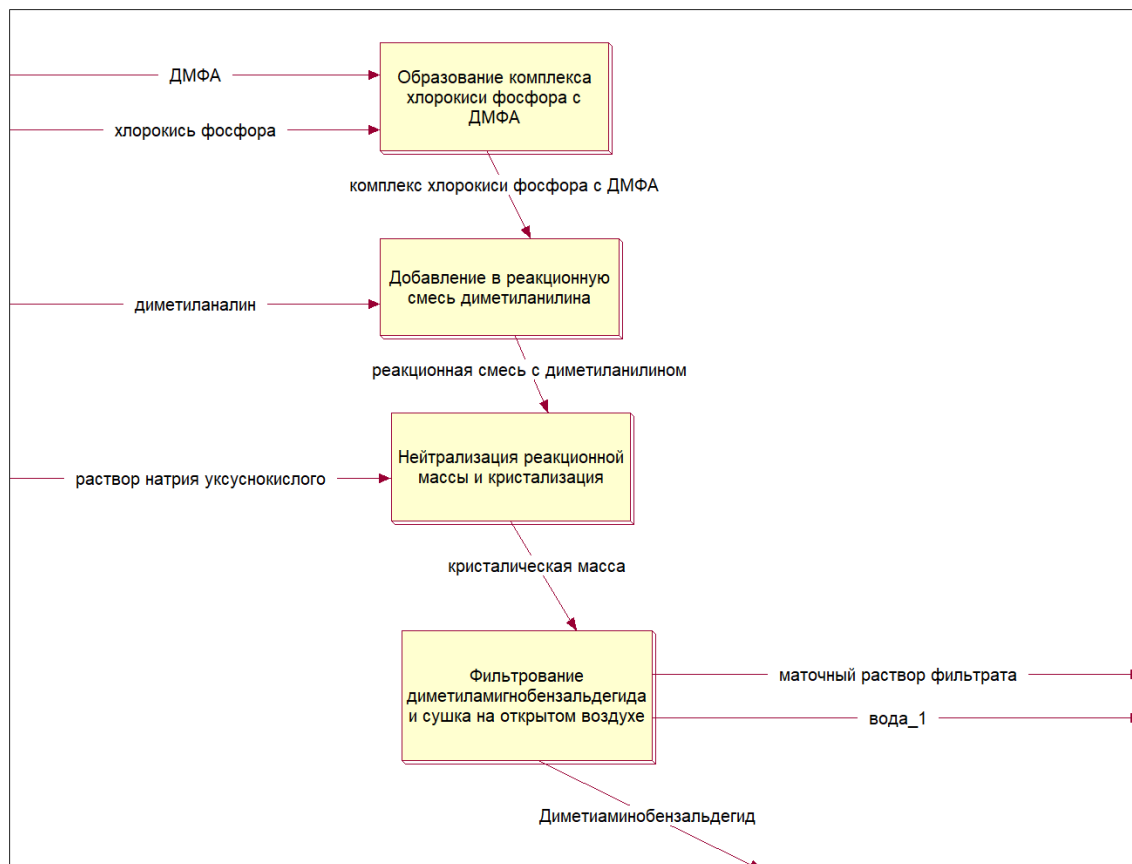


Рис. 5. УФО-диаграмма получения диметиламинобензальдегида
Fig. 5. UFO-diagram obtaining dimethylaminobenzaldehyde

Дополнительная информация о структуре УФО-модели представлена на рис. 6. На рис. 7 представлена подробная информация о связях, используемых на диаграммах.

Сравнительный анализ BPMN и УФО-нотации

Сравнительный анализ BPMN и УФО-моделей на данном примере показывает:

- В BPMN-модели больше значков, которые надо знать, и помнить правила их использования, чем в УФО-модели. Поэтому УФО-модель более наглядна и читабельна.
- В BPMN-модели можно показать только один вход в процесс и только один выход в отличие от УФО-модели, где количество входов и выходов не ограничено. Таким образом, УФО-модель оказывается более информативной. При этом в реальности бизнес-процессы всегда имеют несколько входов и выходов, например, с учетом документооборота.
- В BPMN-модели корректно показать материальные связи невозможно в отличие от УФО-модели, так как первая ориентирована только на события и сообщения.
- В BPMN-модели нет возможности показать характеристики объектов (оборудования), которые обеспечивают выполнение процессов в отличие от УФО-модели, в которой такая возможность есть.
- В BPMN-модели нет возможности показать характеристики связей в отличие от УФО-модели, где за счет обязательной классификации связей они могут быть классифицированы с учетом различных характеристик. При этом попытка показать в BPMN-модели связи с учетом их декомпозиции (т. е. более подробно) приводит к резкому усложнению модели.

– В BPMN-модели нет возможности провести имитационное моделирование выполнения процессов, а для УФО-модели такая возможность есть за счет специального CASE-инструментария UFOModeler.



Рис. 6. Структура УФО-модели производства этилового эфира диметиламинобензойной кислоты
Fig. 6. Structure of the UFO model for the production of dimethylaminobenzoic acid ethyl ester

Полученные результаты можно представить в виде таблицы.

Сравнение BPMN и УФО-нотации Comparison of BPMN and UFO notation

	BPMN	УФО-нотация
Наглядность, читабельность	Слабая	Хорошая
Информативность (показываемое количество связей)	Низкая (одна связь на входе, одна на выходе)	Хорошая (количество связей соответствует реальности)
Возможность показать связи разного вида	Нет (только информационные)	Все виды связей в соответствии с классификацией
Возможность показать характеристики объектов	Нет	Есть
Возможность показать характеристики связей	Нет	Есть
Возможность проведения ФСА	Не имеет смысла	Есть
Возможность регламентации БП	Не имеет смысла	Есть
Возможность имитационного моделирования	Нет	Есть



Рис. 7. Связи УФО-модели производства этилового эфира диметиламинобензойной кислоты
Fig. 7. Connections of the UFO model for the production of dimethylaminobenzoic acid ethyl ester

Заключение

Таким образом, в результате сравнительного моделирования реального технологического процесса получения органического соединения показано, что модный в настоящее время BPMN уступает УФО-нотации по наглядности и читабельности диаграмм. Кроме того, в BPMN нет возможности, в отличие от УФО-нотации, представить дополнительные подробности о моделируемых процессах и, в частности, о характеристиках объектов, исполняющих эти процессы.

Разветвление связей (декомпозиция) в УФО не затрудняет понимание диаграммы, а в BPMN резко ухудшает их читабельность из-за необходимости вводить множество дополнительных значков вследствие требования иметь у процессов только один вход и один выход. Декомпозиция процессов в УФО осуществляется с автоматическим соблюдением синтаксической и семантической преемственности младшей диаграммы по отношению к старшей. Декомпозиция подпроцесса BPMN на задачи, если она осуществляется на одной диаграмме, значительно усложняет ее и снижает ее наглядность; если она осуществляется на отдельной диаграмме, то требуются дополнительные усилия по согласованию этой дополнительной диаграммы с основной.

Следовательно, преимущества УФО-нотации по сравнению с BPMN, обоснованные теоретически в работе [Зимовец, Малкуш, 2025], доказаны на практике.

Список источников

- 12 критичных ошибок при внедрении BPM-систем – и как их избежать. 2026. URL: <https://crm-bpm.korusconsulting.ru/blog/12-kritichnykh-oshibok-pri-vnedrenii-bpm-sistem-i-kak-ikh-izbezhat/> (дата обращения 24.05.2026).
- Сила и слабость программ внедрения BPM в промышленности. 2026. URL: <https://bpms.ru/post/20211217-manufacturing-bpm/> (дата обращения 24.05.2026).
- Моделирование бизнес-процессов с помощью BPMN 2.0. 2026. URL: <https://www.comindware.ru/bpmn/> (дата обращения 24.05.2026).

Список литературы

- Якубов М.С., Худойбердиев Р.Ф., Юлдашов Р.Х. 2025. Системы управления бизнес-процессами предприятия на основе программных средств. *Universum: технические науки: электрон. Научн. журнал*, 12(141). URL: <https://7universum.com/ru/tech/archive/item/21616>
- Зимовец О.А., Малкуш Е.В., Маторин С.И., Жихарев А.Г. 2025. Преобразование диаграммы BPMN в УФО-диаграмму. *Экономика. Информатика*, 52(3): 642–653.
- Жихарев А.Г., Зимовец О.А., Тубольцев М.Ф., Кондратенко А.А. 2021. Теория систем и системный анализ. Маторин С.И. (ред.). М.: Кнорус. 456 с.

References

- Yakubov M.S., Khudoiberdiev R.F., Yuldashov R.Kh. 2025. Enterprise business process management systems based on software. *Universum: technical sciences: electronic. Scientific journal*, 12(141) (in Russian). URL: <https://7universum.com/ru/tech/archive/item/21616>
- Zimovets O.A., Malkush E.V., Matorin S.I. 2025. Transformation of BPMN diagram into UFO diagram. *Economy. Information technologies*, 52(3): 642–653 (in Russian).
- Zhikharev A.G., Zimovets O.A., Tuboltsev M.F., Kondratenko A.A. 2021. Systems Theory and Systems Analysis. Edited by S.I. Matorin. Moscow: KNORUS, 456 p (in Russian).

Конфликт интересов: о потенциальном конфликте интересов не сообщалось.

Conflict of interest: no potential conflict of interest related to this article was reported.

Поступила в редакцию 05.03.2026

Поступила после рецензирования 26.05.2026

Принята к публикации 29.05.2026

Received March 05, 2026

Revised May 26, 2026

Accepted May 29, 2026

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Малкуш Елена Викторовна, аспирант кафедры информационных и робототехнических систем, Белгородский государственный национальный исследовательский университет, г. Белгород, Россия.

Маторин Сергей Игоревич, доктор технических наук, профессор кафедры информационных и робототехнических систем, Белгородский государственный национальный исследовательский университет, г. Белгород, Россия.

Жихарев Александр Геннадиевич, доктор технических наук, доцент, директор института инженерных и цифровых технологий, Белгородский государственный национальный исследовательский университет, г. Белгород, Россия.

Афонин Андрей Николаевич, доктор технических наук, профессор кафедры информационных и робототехнических систем, Белгородский государственный национальный исследовательский университет, г. Белгород, Россия.

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Elena V. Malkush, Postgraduate Student of the Department of Information and Robotic Systems, Belgorod State National Research University, Belgorod, Russia.

Sergey I. Matorin, Doctor of Technical Sciences, Professor of the Department of Information and Robotic Systems, Belgorod State National Research University, Belgorod, Russia.

Aleksandr G. Zhikharev, Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Director of the Institute of Engineering and Digital Technologies, Belgorod State National Research University, Belgorod, Russia.

Andrey N. Afonin, Doctor of Technical Sciences, Professor of the Department of Information and Robotic Systems, Belgorod State National Research University, Belgorod, Russia.