



УДК 004.94; 303.732
DOI 10.52575/2687-0932-2024-51-4-936-945

Сравнение нотаций DFD, IDEF0, IDEF3, EPC и BPMN с нотацией УФО-анализа

¹ Зимовец О.А., ² Малкуш Е.В., ² Маторин С.И., ² Корсунов Н.И.

¹ ООО «Научно-производственное объединение «Технологии надежности»»

Россия, 308033, г. Белгород, ул. Королева, 2А

² Белгородский государственный национальный исследовательский университет,

Россия, 308015, г. Белгород, ул. Победы, 85

E-mail: ozimovets@mail.ru, malkush@bsu.edu.ru, matorin@bsu.edu.ru

Аннотация. В работе исследуются нотации (нормативные системы), реализующие графоаналитические методы системного анализа и используемые для описания деловых и технологических процессов. Показано, что при изменении целей моделирования, квалификации исполнителей, уточнении предметной области может возникать необходимость перехода от одной нотации к другой или же преобразования исходной модели. Несмотря на то, что такая задача обсуждается специалистами, практически отсутствуют исследования по переходу от одной нотации моделирования предметной области к другой или же по их преобразованию. Целью данного исследования является сопоставление нотаций семейства IDEF, DFD, EPC, BPMN с нотацией УФО-анализа для обоснования возможности эмулировать упомянутую группу нотаций средствами системно-объектного подхода. Полученные результаты позволят разработать библиотеки и алгоритмы преобразования графических моделей из одной нотации в другую, за счет использования универсальной нотации УФО-анализа.

Ключевые слова: методы системного анализа, графоаналитические нотации, модели процессов, системно-объектный подход, УФО-анализ

Для цитирования: Зимовец О.А., Малкуш Е.В., Маторин С.И., Корсунов Н.И. 2024. Сравнение нотаций DFD, IDEF0, IDEF3, EPC и BPMN с нотацией УФО-анализа. Экономика. Информатика, 51(4): 936–945. DOI 10.52575/2687-0932-2024-51-4-936-945

Comparison of DFD, IDEF0, IDEF3, EPC and BPMN Notations with UFO-analysis Notation

¹ Olga A. Zimovets, ² Elena V. Malkush, ² Sergey I. Matorin, ² Nikolay I. Korsunov

¹ Scientific and Production Association “Reliability Technologies”

2A Korolev St, Belgorod 308033, Russia

² Belgorod State National Research University, 85 Pobedy St, Belgorod 308015, Russia

E-mail: ozimovets@mail.ru, malkush@bsu.edu.ru, matorin@bsu.edu.ru

Abstract. The paper examines notations (normative systems) that implement graph-analytical methods of system analysis and are used to describe business and technological processes. It shows that when the modeling goals or performers' qualification is changed, or when the subject area is specified, it may be necessary to switch from one notation to another, or to transform the original model. Though the problem is discussed by specialists, there are practically no studies on the transition from one notation of modeling a subject area to another, or on their transformation. The purpose of this study is to compare the notations of the IDEF, DFD, EPC, BPMN family with the UFO analysis notation to substantiate the possibility of emulating the above-mentioned group of notations by means of the system-object approach. The obtained results will allow developing libraries and algorithms for converting graphic models from one notation to another, due to the use of the universal UFO analysis notation.

Keywords: methods of system analysis, graph-analytic notations, process models, system-object approach, UFO analysis

For citation: Zimovets O.A., Malkush E.V., Matorin S.I., Korsunov N.I. 2024. Comparison of DFD, IDEF0, IDEF3, EPC and BPMN Notations with UFO-analysis Notation. Economics. Information technologies, 51(4): 936–945 (in Russian). DOI 10.52575/2687-0932-2024-51-4-936-945

Введение

Для описания организационно-деловых и производственно-технологических процессов (моделирования деятельности организаций) применяются методы системного анализа в виде графоаналитических нотаций, которые для построения моделей используют заданные наборы абстрактных символов (алфавит) и правила оперирования с ними, т. е. представляют собой формальные нормативные системы. Примерами таких нотаций являются нотации семейства IDEF, DFD, EPC, BPMN и т. д. Каждая из нотаций обладает множеством положительных и отрицательных свойств и, кроме того, существует множество различных мнений, оценок той или иной графической нотации описания бизнес-процессов. В результате этого при построении моделей процессов в данных нотациях часто возникает необходимость перехода с одной нотации на другую или вообще изменение нотации моделирования, что обусловлено изменением целей моделирования, квалификации аналитиков и уточнением особенностей предметной области [Аксенова и др., 2013; Быков, 2016; Дубейковский, 2009; Маклаков, 2004].

Однако практически нет работ по переходу от одной нотации моделирования предметной области к другой или по преобразованию одной нотации в другую, хотя такая задача обсуждается специалистами [Матвеев и др., 2016]. Таким образом, актуальным является создание методов и средств преобразования различных графических нотаций, в результате которых одна модель логично переходила бы в модель, написанную в другой нотации.

По мнению авторов, названная задача может быть решена путем использования нотации, с помощью которой можно было бы эмулировать другие нотации. Т. е. модели в этой нотации должны и по виду, и по своим свойствам соответствовать другим нотациям. Такую нотацию (нормативную систему) предоставляет относительно новый системно-объектный подход, где система представлена как конструкция, объединяющая три системных аспекта: структурный, функциональный и субстанциальный [Маторин и др., 2021].

В данной статье рассматривается и обосновывается возможность нормативной системы (нотации) системно-объектного подхода эмулировать другие нотации.

Нормативная система системно-объектного подхода (УФО-подхода)

Система в рамках системно-объектного подхода описывается как элемент «Узел-Функция-Объект» (УФО-элемент) [Маторин и др., 2021], где:

1. **Узел** – *структурный элемент* надсистемы в виде перекрестка связей (потоков передаваемых элементов) системы с другими системами в этой надсистеме;

2. **Функция** – *функциональный элемент*, выполняющий определенную роль для поддержания надсистемы путем балансирования данного узла (преобразования входных потоков в выходные);

3. **Объект** – *субстанциальный элемент*, реализующий данную функцию в виде некоторого материального образования, обладающего конструктивными, эксплуатационными и т. д. характеристиками.

Связи, как потоки элементов, классифицируются по содержанию на «Материальные связи» и «Информационные связи» и далее на категории: «Вещественные связи (V)», «Энергетические связи (E)» и «Связи по данным (D)», «Связи по управлению (C)».

Узел системы, по сути, описывает *внешнюю детерминанту системы* [Мельников, 1978], представляющую собой функциональный запрос надсистемы на систему с определенной



функцией (обусловливание функции системы функцией надсистемы); функция системы является *внутренней детерминантой системы* [Мельников,1978], определяющей функциональные требования к ее подсистемам; а объект представляет саму систему, функционирующую под влиянием функционального запроса.

Графоаналитическая нотация моделирования, основанная на системно-объектном подходе (системно-объектный УФО-подход), также представляет собой нормативную систему, определения элементов алфавита которой, а также правила манипулирования алфавитными символами и операции с ними, приведены в работе [Маторин и др., 2021].

Сравнение нормативной системы УФО-подхода с другими нотациями

Сравним нормативную систему (нотацию) УФО-подхода с перечисленными в заголовке статьи нормативными системами (нотациями) с целью обоснования возможности эмулировать эти нормативные системы УФО-нотацией.

Сравнение элементов нормативных систем DFD и УФО-подхода

Соответствие между графическими элементами DFD-нотации [Дубейковский, 2009; Маклаков, 2004] и нотации УФО-подхода показано в табл. 1.

Таблица 1
Table 1

Соответствие элементов нормативных систем DFD и УФО-подхода
Correspondence of elements of DFD normative system to those of UFO approach

Элементы нормативной системы DFD	Элементы нормативной системы УФО-подхода	Название элемента и комментарий
		Поток данных Прямое соответствие элемента УФО-нотации элементу DFD-нотации
		Процесс Прямое соответствие элемента УФО-нотации элементу DFD-нотации
		Хранилище (накопитель) данных Элемент УФО-нотации соответствует элементу DFD-нотации, если у первого определены узел, функция хранения и объект как хранилище определенного вида
		Внешняя сущность (терминатор) Элемент УФО-нотации соответствует элементу DFD-нотации, если у первого определены узел, функция и объект с наименованием внешней сущности

В данном случае возможность эмулировать УФО-нотацией DFD-нотацию совершенно очевидна. УФО-элемент, определенный на функциональном уровне, соответствует «Процессу» в DFD. Специфическому элементу DFD-нотации «Хранилище» соответствует УФО-элемент, определенный как объект, реализующий функцию хранения. Другой специфический элемент DFD-нотации «Внешняя сущность» может быть представлен на контекстной диаграмме УФО-элементом, определенным как на уровне узла, так и на уровне функции или даже объекта. В последнем случае это визуально будет соответствовать изображению внешней сущности в пакете BPwin.

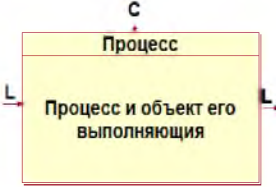
Сравнение элементов нормативных систем IDEF0 и УФО-подхода

Соответствие между графическими элементами IDEF0-нотации [Дубейковский, 2009; Маклаков, 2004] и нотации УФО-подхода показано в табл. 2.

Таблица 2

Table 2

Соответствие элементов нормативных систем IDEF0 и УФО-подхода
Correspondence of elements of IDEF0 normative system to those of UFO approach

Элементы нормативной системы IDEF0	Элементы нормативной системы УФО-подхода	Название элемента и комментарий
		Функциональный блок (процесс) Прямое соответствие элемента УФО-нотации элементу IDEF0-нотации
		Связь/Поток Прямое соответствие элемента УФО-нотации элементу IDEF0-нотации
		Функциональный блок (процесс) со связями В УФО- нотации нет ограничений на использование сторон УФО-элемента. Поэтому требования IDEF0-нотации выполнимы. Связь по управлению входит в нормативную систему УФО-подхода

Специфика IDEF0-нотации (в отличие от DFD-нотации) состоит в том, что кроме входных и выходных связей введены связи «Управление» и «Механизм» и определены правила присоединения их к функциональному блоку (процессу). Данная специфика может быть реализована в нотации УФО-подхода путем замены функционального блока IDEF0-нотации УФО-элементом, который определен до уровня объекта, исполняющего процесс, соответствующий этому блоку. Определение объекта соответствует определению связи «Механизм». «Связь по управлению (С)» в нотации УФО-подхода соответствует связи «Управление» в IDEF0. Соблюдение правил присоединения IDEF0-нотации в нотации УФО-подхода не вызывает никаких проблем.

Сравнение элементов нормативных систем IDEF3 и УФО-подхода

Соответствие между графическими элементами IDEF3-нотации [Дубейковский, 2009; Маклаков, 2004] и нотации УФО-подхода показано в табл. 3.

Основной особенностью IDEF3-нотации является использование перекрестков слияния и разветвления потоков, выполняющих определенные логические операции. В нотации УФО-подхода для эмуляции этих перекрестков достаточно дополнить нормативную систему УФО-элементами с предопределенными аналогичными логическими функциями. Данная возможность обеспечивается абстрактностью и универсальностью понятия «Узел-Функция-Объект», так как имеется возможность определить для узла необходимую функциональную или объектную характеристику.

Сравнение элементов нормативных систем EPC и УФО-анализа

Соответствие между графическими элементами EPC-нотации [Быков, 2016; Репин] и нотации УФО-анализа показано в табл. 4.



Таблица 3
Table 3

Соответствие элементов нормативных систем IDEF3 и УФО-подхода
Correspondence of elements of IDEF3 normative system to those of UFO approach

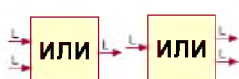
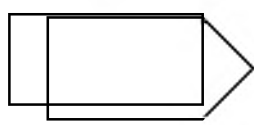
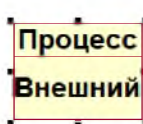
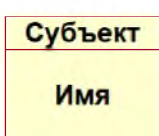
Элементы нормативной системы IDEF3	Элементы нормативной системы УФО-подхода	Название элемента и комментарий
«имя» «номер»	Номер Имя	Процесс Прямое соответствие элемента УФО-нотации элементу IDEF3-нотации
		Связь как передача управления Элемент УФО-нотации соответствует элементу IDEF3-нотации, если у первого указано имя: «Передача управления»
		Связь как поток объектов Прямое соответствие элемента УФО-нотации элементу IDEF3-нотации
		Асинхронный перекресток «И». Элемент УФО-нотации соответствует элементу IDEF3-нотации, если у первого определена логическая функция «И» со свойством асинхронности
		Синхронный перекресток «И». Элемент УФО-нотации соответствует элементу IDEF3-нотации, если у первого определена логическая функция «И» со свойством синхронности
		Асинхронный перекресток «ИЛИ». Элемент УФО-нотации соответствует элементу IDEF3-нотации, если у первого определена логическая функция «ИЛИ» со свойством асинхронности
		Синхронный перекресток «ИЛИ». Элемент УФО-нотации соответствует элементу IDEF3-нотации, если у первого определена логическая функция «ИЛИ» со свойством синхронности
		Перекресток «исключительное или». Элемент УФО-нотации соответствует элементу IDEF3-нотации, если у первого определена логическая функция «Исключительного ИЛИ»

Так как в ЕРС-нотации специфический элемент «Событие» используется и как причина каких-либо действий, и как их следствие, то можно поставить ему в соответствие два УФО-элемента УФО-нотации. Один УФО-элемент, определенный только как узел, будет обозначать «Событие-причину», а второй УФО-элемент, определенный до уровня объекта – «Событие-следствие» (см. интерпретацию УФО в работе [Маторин и др., 2021]).

Логические операторы ЕРС-нотации эмулируются УФО-элементами так же, как и для IDEF3-нотации, но без учета синхронности и асинхронности.

Таблица 4
Table 4

Соответствие элементов нормативных систем ЕРС и УФО-анализа
Correspondence of elements of EPC normative system to those of UFO approach

Элементы нормативной системы ЕРС	Элементы нормативной системы УФО-подхода	Название элемента и комментарий
1	2	3
		Функция Прямое соответствие элемента УФО-нотации элементу ЕРС-нотации
		Стрелка Элемент УФО-нотации соответствует элементу ЕРС-нотации, если у первого указано имя: «Передача управления»
		Событие Элемент УФО-нотации соответствует элементу ЕРС-нотации заданием УФО-элемента, определенного как узел с указанием причины последующего процесса, или как узел, функция и объект с указанием последствий предшествующего процесса (см. примеры интерпретаций УФО в работе [Маторин и др., 2021])
		Оператор «И» Элемент УФО-нотации соответствует элементу IDEF3-нотации, если у первого определена логическая функция «И»
		Оператор «ИЛИ» Элемент УФО-нотации соответствует элементу IDEF3-нотации, если у первого определена логическая функция «ИЛИ»
		Оператор «исключительное или» Элемент УФО-нотации соответствует элементу IDEF3-нотации, если у первого определена логическая функция «Исключительное ИЛИ»
		Интерфейс Элементу ЕРС-нотации соответствует УФО-элемент, определенный как узел и функция с описанием, что он внешний
		Субъект Элемент УФО-нотации соответствует элементу ЕРС-нотации, если у первого определены узел, функция и объект с описанием организационной единицы



Окончание табл. 4
End of the table 4

1	2	3
		Документ Элемент УФО-нотации соответствует элементу ЕРС-нотации, если у первого определены узел, функция и объект с именем документа
		Товарно-материальные ценности Элементу ЕРС-нотации соответствует материальная связь/поток, входящая в нормативную систему УФО-анализа
		Информация Элементу ЕРС-нотации соответствует информационная связь/поток, входящая в нормативную систему УФО-анализа

«Интерфейсу» ЕРС-нотации можно поставить в соответствие специальный УФО-элемент, определенный до уровня функции, указав в его описании, что он внешний.

«Субъекту» ЕРС-нотации можно поставить в соответствие специальный УФО-элемент, определенный до уровня объекта, указав имя организационной единицы как того требует ЕРС-нотация.

«Документу» ЕРС-нотации можно поставить в соответствие специальный УФО-элемент, определенный до уровня объекта, указав имя документа как того требует ЕРС-нотация.

Элементам «ТМЦ» и «Информация» ЕРС-нотации можно поставить в соответствие материальные и информационные связи из классификации связей нормативной системы УФО-подхода, так как это потоки, сопровождающие выполнение функций.

Сравнение элементов нормативных систем BPMN и УФО-подхода

Соответствие между графическими элементами BPMN-нотации [Быков, 2016; Нежелская, Практический курс BPMN] и нотации УФО-подхода показано в табл. 7.

Нотация УФО-подхода позволяет строить иерархические модели на два и более уровней иерархии. Таким образом, элементу BPMN-нотации «Действие» естественным образом соответствует УФО-элемент, определенный до уровня функции, с названием «Подпроцесс» и декомпозицией на «Задачи», представляющие собой подпроцессы подпроцесса.

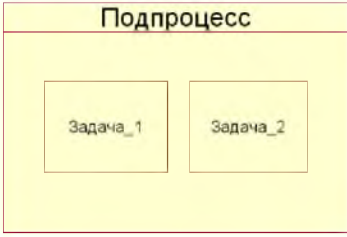
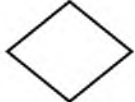
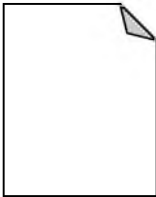
Все события в BPMN-нотации представляют собой потоки информации (по данным или по управлению), поэтому вместо знаков для их обозначения (маркеров/триггеров) в нотации УФО-подхода можно использовать информационные связи/потоки, предварительно добавленные в классификацию связей. Как известно, чем больше используется значков в нормативной системе, тем сложнее ее изучать, применять и затем понимать построенные с ее помощью модели.

Шлюзы, позаимствованные разработчиками BPMN из IDEF3, эмулируются УФО-элементами нотации УФО-подхода естественно также, как и в случае с IDEF3, но без учета синхронности и асинхронности.

Элемент «Объект данных» в BPMN-нотации, обеспечивающий ввод информации о том, какие действия требуют выполнения, соответствует в нотации УФО-подхода элементу «Связь по данным».

Таблица 5
Table 5

Соответствие элементов нормативных систем BPMN и УФО-подхода
Correspondence of elements of BPMN normative system to those of UFO approach

Элементы нормативной системы BPMN	Элементы нормативной системы УФО-подхода	Название элемента и комментарий
 Маркеры (триггеры) событий: -сообщение, -таймер, -ошибка, -отмена, -компенсация, -условие/правило, -сигнал	Сообщение → Таймер → Ошибка → Отмена → Компенсация → Условие/правило → Сигнал →	Событие (Event) Элементу BPMN-нотации соответствует информационная связь/поток, которая может быть добавлена в классификацию связей нормативной системы УФО-анализа. Например: Связь по данным (D): Сообщение, Ошибка, Сигнал. Связь по управлению (C): Таймер, Отмена, Компенсация, Условие/правило
		Действие (Activity) Элемент УФО-нотации соответствует элементу EPC-нотации, если у первого определены узел и функция с именем «Подпроцесс». Декомпозиция этого УФО-элемента содержит УФО-элементы, определенные как узел и функция с названием задач
 Типы шлюзов: -Эксклюзивные ИЛИ (XOR); -ИЛИ (OR); -Комплексные (Complex); -И (AND).		Шлюз (Gateway) Элемент УФО-нотации соответствует элементу IDEF3-нотации, если у первого определены логические функции «И», «ИЛИ», «Исключительное ИЛИ», «Комплекс»
	Связь →	Поток операций (Sequence Flow) Элемент УФО-нотации соответствует элементу EPC-нотации, если у первого указано имя: «Передача управления»
	Связь →	Поток сообщений (Message Flow) Элемент УФО-нотации соответствует элементу EPC-нотации, если у первого указано имя: «Сообщение»
	D →	Объект данных (Data Object) Элементу BPMN-нотации соответствует информационная связь/поток, входящая в нормативную систему УФО-анализа



Заключение

Представленные выше таблицы показывают полное соответствие элементов нотации УФО-анализа элементам нотаций DFD, IDEF0, IDEF3, EPC и BPMN. Данные практически продемонстрированные факты обусловлены большей общностью, абстрактностью и универсальностью нормативной системы УФО-подхода по сравнению с нормативными системами других нотаций. Последнее же обстоятельство обусловлено тем, что перечисленные нотации разрабатывались в рамках системно-структурного и объектно-ориентированного подходов, а УФО-подхода разработан средствами более общего и абстрактного системно-объектного подхода.

Полученные результаты позволяют разработать метод и алгоритм преобразования графоаналитических моделей из одной нотации в другую, используя универсальную нотацию УФО-подхода. Для создания такого метода, в первую очередь, необходимо разработать библиотеки УФО-элементов, соответствующих другим нотациями, чем авторы и планируют заниматься в дальнейшем.

Список литературы

- Аксенова О.П., Аксенов К.А., Антонова А.С., Смолий Е.Ф. 2013. Анализ графических нотаций для имитационного моделирования бизнес-процессов предприятия. Современные проблемы науки и образования. 4: 45.
- Быков С.Ю. 2016. Методы моделирования бизнес-процессов. ООО «ТЭМ консалтинг» URL: <https://new.temconsulting.ru/books/МетодыМоделированияБизнесПроцессов.pdf> (дата обращения: 01.11.2024).
- Дубейковский В.И. 2009. Эффективное моделирование с СА ERwin Process Modeler (BPwin; AllFusion Process Modeler). М.: Диалог-МИФИ, 384 с.
- Маклаков С.В. 2004. Моделирование бизнес-процессов с ALLFusion Process Modeler (BPwin 4.1). М.: ДИАЛОГ-МИФИ, 240 с.
- Матвеев А.С., Руденко А.Ю., Прочухан В.В. 2016. Разработка рекомендаций перехода от нотации моделирования бизнес-процессов IDEF0 к нотации BPMN. Бизнес. Образование. Право. Вестник Волгоградского института бизнеса. №3(36): 176–182.
- Мельников Г.П. 1978. Системология и языковые аспекты кибернетики. М.: Сов. радио, 368 с.
- Нежелская М. IDEF, EPC и BPMN: как выбрать нотацию для моделирования бизнес-процессов. URL: <https://practicum.yandex.ru/blog/notacii-modelirovaniya-biznes-processov> (дата обращения: 01.11.2024).
- Практический курс BPMN. «ELMA» Журнал о процессах, эффективности и управлении. URL: <https://elma365.com/ru/products/bpm> (дата обращения: 01.11.2024).
- Репин В.В. Сравнительный анализ нотаций. ESM – Jornal. URL: <https://esm-journal.ru/material/Sravnitelnyjj-analiz-notacijj> (дата обращения: 01.11.2024).
- Теория систем и системный анализ: учебник. 2021. А.Г. Жихарев, О.А. Зимовец, М.Ф. Тубольцев, А.А. Кондратенко; под ред. С.И. Маторина. М.: КНОРУС, 456 с.

References

- Aksenova O.P., Aksenov K.A., Antonova A.S., Smolij E.F. 2013. Analiz graficheskikh notacij dlya imitacionnogo modelirovaniya biznes-processov predpriyatiya [Analysis of graphical notations for the simulation of business processes of an enterprise]. Sovremennyye problemy nauki i obrazovaniya [Modern problems of science and education]. 4: 45.
- Bykov S.YU. 2016. Metody modelirovaniya biznes-processov [Business process modeling methods] M.: ООО «TEM konsalting», 16 p. URL: <https://new.tem-consulting.ru/books/>
- Dubejkovskij V.I. 2009. Effektivnoe modelirovanie s SA ERwin Process Modeler (BPwin; AllFusion Process Modeler) [Efficient modeling with CA ERwin Process Modeler (BPwin; AllFusion Process Modeler)]. M.: Dialog-MIFI, 384 p.
- Maklakov S.V. 2004. Modelirovanie biznes-processov s ALLFusion Process Modeler (BPwin 4.1). [Business Process Modeling with AllFusion Process Modeler (BPwin 4.1)]. M.: Dialog-MIFI, 240 p.
- Matveev A.S., Rudenko A.YU., Prochuhan V.V. 2016. Razrabotka rekomendacij perekhoda ot notacii

- modelirovaniya biznes-processov IDEF0 k notacii BPMN [Development of recommendations for the transition from IDEF0 business process modeling notation to BPMN notation]. *Biznes. Obrazovanie. Pravo. Vestnik Volgogradskogo instituta biznesa* [Business. Education. Right. Bulletin of the Volgograd Institute of Business]. 3 (36): 176–182.
- Mel'nikov G.P. 1978. *Sistemologiya i yazykovye aspekty kibernetiki* [Systemology and linguistic aspects of cybernetics]. Moskva: Sov. radio, 368 p.
- Nezhel'skaya M. IDEF, EPC i BPMN: kak vybrat' notaciyu dlya modelirovaniya biznes-processov [IDEF, EPC and BPMN: how to choose a notation for business process modeling]. URL: <https://practicum.yandex.ru/blog/notacii-modelirovaniya-biznes-processov>
- Prakticheskij kurs BPMN [BPMN Practical Course]. «ELMA» ZHumal o processah, effektivnosti i upravlenii ["ELMA" Journal of Processes, Efficiency and Management]. URL: http://www.elma-bpm.ru/journal/?ELEMENT_ID=2900.
- Repin V.V. Sravnitel'nyj analiz notacij [Comparative analysis of notations]. *ESM – Jornal*. URL: <https://ecm-journal.ru/material/Sravnitelnyjj-analiz-notacijj>
- Teoriya sistem i sistemnyj analiz: uchebnyk [Systems Theory and System Analysis: textbook]. 2021. S.I. Matorin, A.G. ZHiharev, O.A. Zimovec, M.F. Tubol'cev, A.A. Kondratenko edited by S.I. Matorina. M.: KNORUS, 456 p.

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 07.11.2024

Поступила после рецензирования 02.12.2024

Принята к публикации 05.12.2024

Received November 07, 2024

Revised December 02, 2024

Accepted December 05, 2024

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Зимовец Ольга Анатольевна, кандидат технических наук, старший бизнес-аналитик ООО «Научно-производственное объединение «Технологии надежности»» г. Белгород, Россия

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

Корсунов Николай Иванович, доктор технических наук, профессор, заслуженный деятель науки Российской Федерации, профессор кафедры математического и программного обеспечения информационных систем, Белгородский государственный национальный исследовательский университет, г. Белгород, Россия

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Olga A. Zimovets, Candidate of Technical Sciences, Senior Business Analyst, Scientific and Production Association “Reliability Technologies”, Belgorod, Russia

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

Nikolay I. Korsunov, Doctor of Technical Sciences, Professor, Honored Scientist of the Russian Federation, Professor of the Department of Mathematical and Software Support of Information Systems, Belgorod State National Research University, Belgorod, Russia