



DOI: 10.22363/2312-8143-2025-26-4-412-427

EDN: CYSZXB

Научная статья / Research article

Оптимизация управления предприятиями оборонно-промышленного комплекса с использованием нотации BPMN

А.А. Бойков^{ID}✉, О.Е. Самусенко^{ID}, Е.А. Маликов^{ID}, Е.В. Виноградов^{ID},
И.В. Шишкун^{ID}, М.Н. Ромашенко^{ID}, Д.А. Семенцов^{ID}

Российский университет дружбы народов, Москва, Российская Федерация
✉ 1042200032@pfur.ru

История статьи

Поступила в редакцию: 11 июля 2025 г.

Доработана: 3 сентября 2025 г.

Принята к публикации: 14 сентября 2025 г.

Заявление о конфликте интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Аннотация. Рассмотрены вопросы оптимизации управления предприятиями оборонно-промышленного комплекса с использованием нотации BPMN. ОПК, как ключевой сектор экономики, играет важную роль в обеспечении национальной безопасности, поддержании технологического суверенитета страны и стимулировании экономического роста. Проведен анализ существующих процессов управления предприятиями оборонно-промышленного комплекса (ОПК) и выявлены основные проблемы: устаревшие технологии, отсутствие стратегического планирования, низкая инновационная и инвестиционная активность, дефицит высококвалифицированных кадров и сложности с банковским сопровождением государственного оборонного заказа. Предложена усовершенствованная BPMN-схема управления, включающая создание инновационного центра. Инновационный центр предполагается как самостоятельный федеральный институт, выполняющий функции проведения НИОКР, технологического акселератора, подготовки кадров, разработки экономических стратегий и взаимодействия с вузами, технологическими стартапами. Для оценки эффективности предложенных решений в ОПК представлены формулы Return on Innovation Investment, Technology Transfer Efficiency и показатель подготовки кадров. Подчеркивается, что использование данной схемы управления позволит значительно повысить инновационную активность предприятий ОПК, их устойчивость к внешним вызовам, ускорить разработку и внедрение современных технологий в оборонной сфере Российской Федерации.

Ключевые слова: цифровая экономика, моделирование процессов, оборонный комплекс, промышленность, ОПК, управление, эффективность предприятий

Вклад авторов

Бойков А.А. — разработка схем в нотации BPMN, написание текста, подбор литературы; Самусенко О.Е. — валидация; Маликов Е.А. — концепция исследования, написание текста, подбор литературы; Виноградов Е.В., Шишкун И.В. — сбор и обработка материалов, подготовка списка литературы; Ромашенко М.Н. — поиск законодательной информации, сбор и обработка материалов, оформление и форматирование таблиц; Семенцов Д.А. — сбор и обработка материалов, предоставление программного обеспечения. Все авторы ознакомлены с окончательной версией статьи и одобрили ее.

© Бойков А.А., Самусенко О.Е., Маликов Е.А., Виноградов Е.В., Шишкун И.В., Ромашенко М.Н., Семенцов Д.А., 2025

This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License
<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/legalcode>

Для цитирования

Бойков А.А., Самусенко О.Е., Маликов Е.А., Виноградов Е.В., Шишкин И.В., Ромашченко М.Н., Семенцов Д.А. Оптимизация управления предприятиями оборонно-промышленного комплекса с использованием нотации BPMN // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Инженерные исследования. 2025. Т. 26. № 4. С. 412–427. <http://doi.org/10.22363/2312-8143-2025-26-4-412-427>

Optimizing the Management of Defense Industry Enterprises Using BPMN Notation

Anton A. Boykov[✉], Oleg E. Samusenko[✉], Evgeny A. Malikov[✉], Evgeny V. Vinogradov[✉],
Ilya V. Shishkin[✉], Maksim N. Romashchenko[✉], Dmitry A. Sementsov[✉]

RUDN University, Moscow, Russian Federation

✉ 1042200032@pfur.ru

Article history

Received: July 11, 2025

Revised: September 3, 2025

Accepted: September 14, 2025

Conflicts of interest

The authors declare that there is no conflict of interest.

Abstract. The study addresses issues related to optimizing the management of defense industry enterprises using BPMN notation. The defense-industrial complex (DIC), as a key sector of the economy, plays an important role in ensuring national security, maintaining the country's technological sovereignty, and stimulating economic growth. The authors analyze existing management processes of DIC enterprises and identify the main problems: outdated technologies, lack of strategic planning, low innovation and investment activity, shortage of highly qualified personnel, and difficulties with banking support for the state defense order. The paper proposes an improved BPMN management scheme that includes the creation of an innovation center. The innovation center is envisioned as an independent federal institution performing functions such as conducting R&D, acting as a technology accelerator, training personnel, developing economic strategies, and interacting with universities and technology startups. To assess the effectiveness of the proposed solutions in the DIC, formulas for Return on Innovation Investment, Technology Transfer Efficiency, and a personnel training indicator are presented. The authors emphasize that the use of this management scheme will significantly increase the innovation activity of DIC enterprises, enhance their resilience to external challenges, and accelerate the development and implementation of modern technologies in the defense sector of the Russian Federation.

Keywords: digital economy, process modeling, defense industry, industry, MIC, management, enterprise efficiency

Authors' contribution

Boykov A.A. — development of diagrams in BPMN notation, manuscript drafting, selection of literature; Samusenko O.E. — validation; Malikov E.A. — research concept, manuscript drafting, selection of literature; Vinogradov E.V. — collection and processing of materials, preparation of the list of references; Shishkin I.V. — collection and processing of materials, preparation of the list of references; Romashchenko M.N. — search for legislative information, collection and processing of materials, design and formatting of tables; Sementsov D.A. — collection and processing of materials, provision of software. All authors read and approved the final version of the article.

For citation

Boykov AA, Samusenko OE, Malikov EA, Vinogradov EV, Shishkin IV, Romashchenko MN, Sementsov DA. Optimizing the management of defense industry enterprises using BPMN notation. *RUDN Journal of Engineering Research*. 2025;26(4): 412–427. (In Russ.) <http://doi.org/10.22363/2312-8143-2025-26-4-412-427>

Введение

Оборонно-промышленный комплекс (далее — ОПК) любой страны является одним из ключевых секторов экономики, в частности в условиях политической нестабильности и технологических изменений. С точки зрения управления ОПК является важнейшим элементом по обеспечению национальной безопасности, обороноспособности государства, а также в стимулировании роста национальной экономики [1; 2]. В сводном реестре ОПК Российской Федерации на 2018 г. находятся 1355 предприятий¹. В 2024 г. количество предприятий ОПК увеличилось до 6000², как минимум 500 из которых действует на территории Москвы³. В настоящий момент времени актуальное число предприятий ОПК является засекреченной информацией и не подлежит разглашению. Таким образом, проведение исследования управления сложной многофункциональной структуры, включающей научные центры, конструкторские бюро и производственные комплексы, целесообразно по причине того, что в данном секторе экономики задействовано не менее 3,8 млн человек⁴. Современный оборонно-промышленный комплекс имеет большой спектр высокотехнологичных средств производства, включая автоматизированные линии, роботизированные системы и многокоординатное оборудование, по некоторым данным, на долю предприятий ОПК приходится более 70 % научекомкой продукции и порядка 50 % научных кадров страны [3; 4].

Цель исследования — построить схемы бизнес-процесса управления предприятиями ОПК в нотации Business Process Model and Notation

(далее — BPMN); выявить и отразить существующие сложности и проблемы в рамках текущих бизнес-процессов управления предприятиями ОПК; предложить оптимизацию и составить новую схему бизнес-процесса управления предприятиями ОПК в нотации BPMN с учетом современных реалий и цифровизации экономики; оценить эффективность предложенных решений.

1. Материалы и методы

На основе открытых источников информации и ранее проведенных научных исследований авторы статьи разработали схему бизнес-процесса управления предприятиями ОПК в нотации BPMN согласно регламентирующему документу в Российской Федерации, а именно ГОСТ Р ИСО 18828-3-2020. BPMN — метод моделирования процессов в структуре организации. Схемы или диаграммы BPMN включают в себя основные элементы методологии: события, действия, потоки и шлюзы [5–7]. Согласно Приложению D в ГОСТ Р ИСО 18828-3-2020⁵, элементы были адаптированы и представляют собой действия, задачи, события, пункты сопряжения, соединители, пулы и дорожки, а также артефакты. Адаптированные элементы подробно представлены в международном документе ИСО/МЭК 19510 (ISO/IEC 19510)⁶. Авторами приведены описание и некоторые виды элементов в таблице.

Ранее проведенные исследования в области управления предприятиями ОПК позволили составить диаграмму BPMN управления предприятием ОПК [8–13]. Схема BPMN управления предприятием ОПК представлена на рис. 1.

¹ Правительство России. Оборонно-промышленный комплекс. URL: <http://government.ru/info/32164/> (дата обращения: 15.06.2025).

² Московский Комсомолец. URL: <https://www.mk.ru/politics/2024/02/02/putin-nazval-kolichestvo-predpriyatiy-opk-v-rossii.html> (дата обращения: 15.06.2025).

³ Mos.ru. В Москве на нужды СВО работает около 500 предприятий ОПК. URL: <https://www.mos.ru/mayor/themes/11952050/> (дата обращения: 15.06.2025).

⁴ Медиахолдинг «Эксперт». Антон Алиханов: в ОПК работают 3,8 млн человек. URL: <https://expert.ru/news/anton-alikhhanov-v-opk-rabotayut-3-i-8-mln-chelovek/> (дата обращения: 15.06.2025).

⁵ Национальный стандарт Российской Федерации. ГОСТ Р ИСО 18828-3-2020. Москва : Стандартинформ, 2020. 49 с.

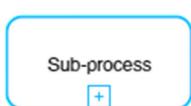
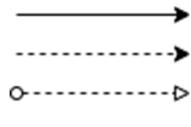
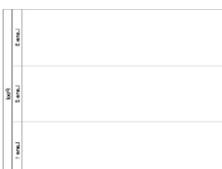
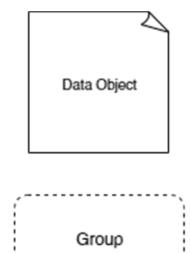
⁶ INTERNATIONAL STANDARD. ISO/IEC 19510:2013. Information technology — Object Management Group Business Process Model and Notation.

Основные элементы нотации BPMN

Элемент	Изображение	Описание
Действия		Действия связаны с рабочим заданием, которое требуется выполнить в рамках бизнес-процесса и которое может касаться решения определенной задачи или выполнения любого процесса либо подпроцесса
Задачи		Задачи представляют собой вспомогательные действия, являющиеся частью любого процесса и применяемые в тех ситуациях, когда работу в данном процессе невозможно разбить на этапы или детализировать
События		События являются ситуациями, которые запускают процесс. В рамках модели существует три типа событий: начальные, которые запускают выполнение процесса, промежуточные, которые возникают в ходе процесса, и конечные, которые завершают процесс. В BPMN-нотациях выделяют две категории событий: «захват», отвечающую за прием ссылок, и «сброс», связанный со сбросом ссылок. Начальные события всегда относятся к категории «захват», как и промежуточные события, связанные с границами действий. Появление такого события приводит к остановке действий. Конечные события всегда принадлежат категории «сброс»
Пункты сопряжения		Пункты сопряжения представляют собой узлы принятия решений, которые служат точками разветвления при выполнении операций либо объединяют несколько потоков в один с целью ограничения информационных количества потоков. В зависимости от характера информационного потока пункты сопряжения подразделяются на два типа с разными блок-схемами: разделения или принятия решения, что соответствует разветвлению информационных потоков, их комбинации, например слияния. Для моделирования информационных потоков используются два основных типа пунктов сопряжения. Первый — эксклюзивный пункт сопряжения, который применяется для выбора одного конкретного потока из нескольких, а также для ветвления или объединения событий. Второй тип пунктов сопряжений, часто состоящий из нескольких параллельных пунктов, используется для одновременного запуска действий из нескольких информационных потоков
Соединители		В BPMN-нотации для отображения связей между элементами процесса и самими процессами применяют набор стрелок. Поток последовательностей, поток сообщений и связи обычно изображают с помощью соединителей. Соединители часто используются для описания последовательного потока на разных этапах, позволяя указывать дополнительную информацию, такую как комментарии и их результаты в направлении связи, а также для обозначения направления обмена сообщениями между различными дорожками
Пулы и дорожки		В BPMN-нотациях пул является пространством, на котором модельер может обозначать всех участников процесса. Это обозначение может быть как обобщенным, так и более конкретным. Кроме того, с помощью пула можно назначать соответствующие задачи различным участникам, а их бизнес-взаимодействия, например межкорпоративные, связывать с информационными потоками. Дорожки представляют собой части пула, предназначенные для организации и разделения выполняемых в нем действий. Если пул ориентирован горизонтально, то разделение действий по дорожкам происходит по горизонтали. Поскольку в BPMN нет строгих правил по использованию дорожек, разработчики моделей могут применять их практически любым способом, например, основываясь на функциональных ролях руководителей и сотрудников или на организационной структуре. Кроме того, дорожки можно разбивать на так называемые «основные этапы», что позволяет получить более детальное табличное представление данных. Дополнительным преимуществом такого деления является упорядочивание объектов информационного потока, соединителей и артефактов в виде сетки
Артефакты		Чтобы сделать диаграмму более понятной, BPMN-модель можно улучшить с помощью артефактов, которые содержат дополнительную информацию. Существует три стандартных типа артефактов: информационный объект, комментарии и группы

Источник: выполнено А.А. Бойковым

Main Elements of BPMN Notation

Element	Image	Description
Activity	 	Activity is related to a work task that needs to be performed within a business process and may involve solving a specific problem or executing any process or subprocess
Tasks		Tasks represent auxiliary actions that are part of any process and are used in situations where the work within the process cannot be broken down into stages or detailed further
Events		Events are situations that trigger a process. Within the model, there are three types of events: start events, which initiate the execution of the process; intermediate events, which occur during the process; and end events, which conclude the process. In BPMN notations, two categories of events are distinguished: "catch," responsible for receiving signals, and "throw," related to sending signals. Start events always belong to the "catch" category, as do intermediate events associated with the boundaries of activities. The occurrence of such an event leads to the suspension of actions. End events always belong to the "throw" category
Gateways		Gateways represent decision nodes that serve as branching points during operations or combine multiple flows into one to limit the number of information flows. Depending on the nature of the information flow, gateways are divided into two types with different flowchart symbols: splitting or decision-making, corresponding to branching information flows, their combinations, such as merging. Two main types of gateways are used to model information flows. The first is an exclusive gateway, which is used to select one specific flow from several, as well as for branching or merging events. The second type of gateways, often consisting of several parallel gateways, is used for simultaneous triggering of actions from multiple information flows.
Connectors		In BPMN notations, a set of arrows is used to show connections between process elements and the processes themselves. Sequence flow, message flow, and associations are usually depicted using connectors. Connectors are often used to describe sequential flow at different stages, allowing additional information such as comments and their results along the connection direction, as well as indicating the direction of message exchange between different lanes
Pools and Lanes		In BPMN-notations, a pool is a space where the modeler can denote all participants of the process. This designation can be general or more specific. Furthermore, pools can be used to assign corresponding tasks to different participants and link their business interactions, for example inter-company ones, with information flows. Lanes are parts of a pool intended for organizing and separating actions performed within it. If the pool is oriented horizontally, then the division of actions by lanes occurs horizontally. Since BPMN does not have strict rules for using lanes, model developers can apply them in almost any way — for example, based on functional roles of managers and employees or on organizational structure. Additionally, lanes can be divided into so-called "main stages," which allows obtaining a more detailed tabular representation of data. An additional advantage of such division is the ordering of objects of information flow, connectors, and artifacts in the form of a grid.
Artifacts		To make the diagram clearer, a BPMN model can be enhanced with artifacts that contain additional information. There are three standard types of artifacts: data object, annotations, and groups.

Source: by A.A. Boykov

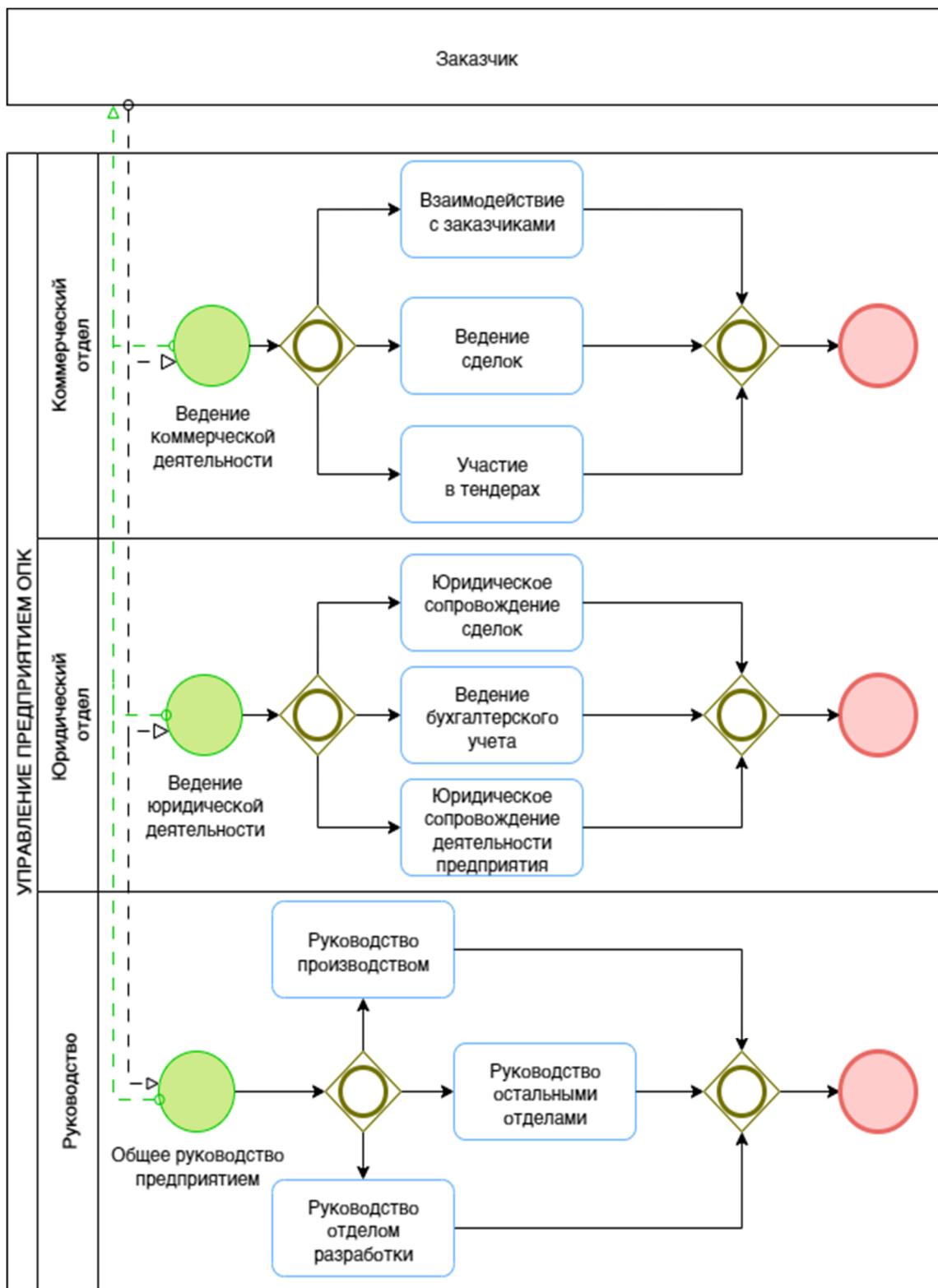


Рис. 1. Схема BPMN-управления предприятием ОПК

Источник: выполнено А.А. Бойковым

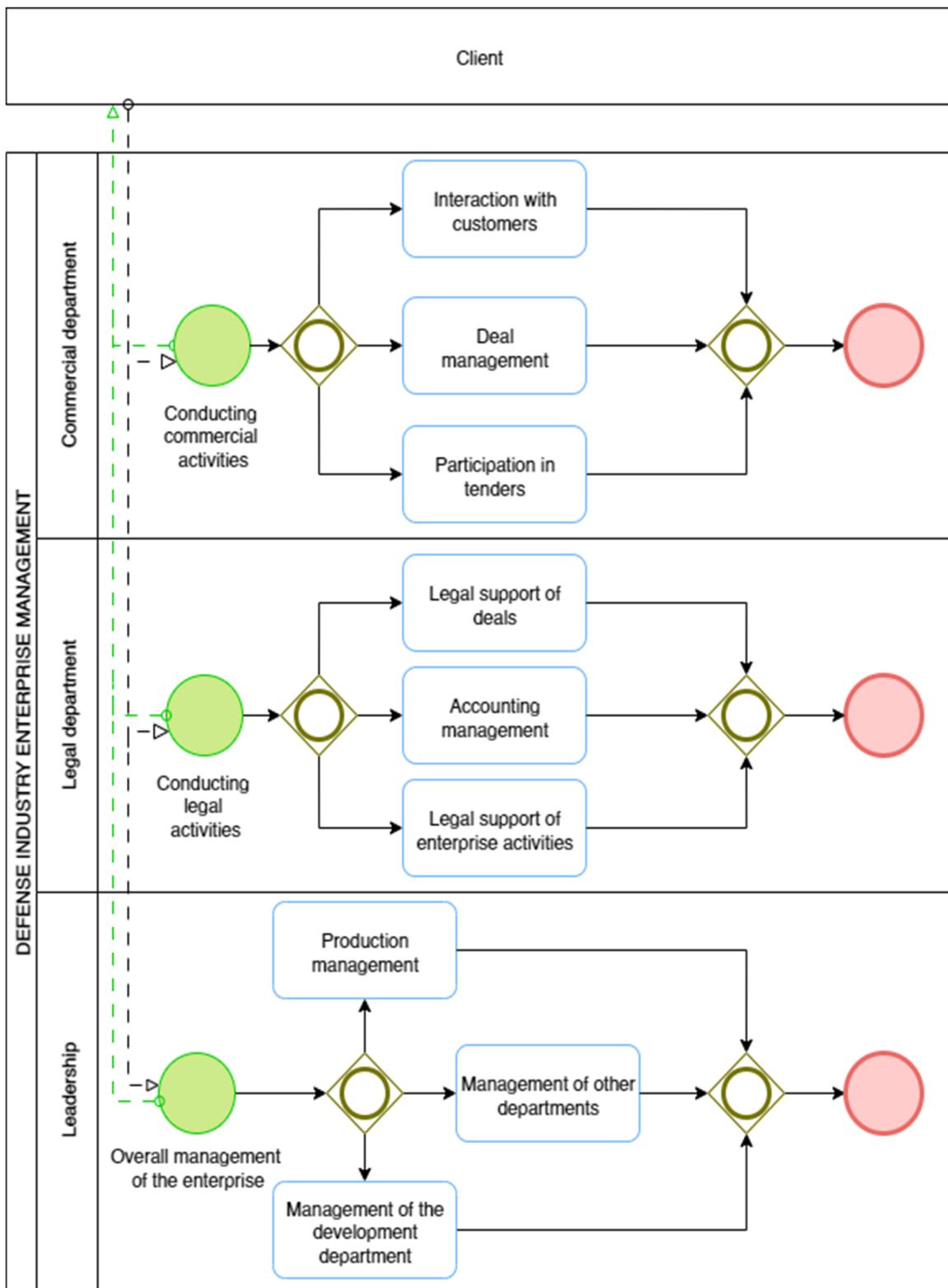


Figure 1. BPMN Diagram for Managing a Defense Industry Enterprise

Source: by A.A. Boykov

На схеме приведены ключевые элементы управления предприятием ОПК в нотации BPMN. На диаграмме представлен пул, разделенный на три дорожки, каждая из которых представляет собой отдел: коммерческий отдел, юридический отдел и руководство. Каждый отдел имеет начальное событие, действия и задачи, отражающие реальные функции того или иного отдела и завершающие событие. На диаграмме имеются пункты сопряжения типа «ИЛИ», а также соединители, представленные в виде потока последовательностей.

В рамках исследования авторами были выявлены ключевые проблемы управления предприятием ОПК [14–18]. Далее рассмотрим некоторые из них.

1. *Устаревшие технологии.* Большинство используемых технологий ориентированы на ограниченную номенклатуру изделий и не обновлялись десятилетиями — средний возраст продукции от 8 до 10 лет, а четверть продукции освоено более 25 лет назад.

2. *Отсутствие системы стратегического планирования.* Нет четких ориентиров и инструментов реализации ФЗ-172 «О стратегическом планировании»⁸. В части управления государство ориентируется в первую очередь на контроль, нежели на прогнозирование.

3. *Фрагментированное ценообразование в государственном оборонном заказе* (далее — ГОЗ). Формируется от себестоимости производителей без учета стимулирования к снижению издержек или повышению качества.

4. *Низкая инвестиционная и инновационная активность.* Отсутствуют механизмы стимулирования НИОКР и привлечения инвестиций. 98 % затрат на инновации происходит за счет собственных средств предприятий.

5. *Кадровые проблемы.* Высокий отток квалифицированных специалистов за границу, ухудшение кадрового и научно-технического потенциала.

6. *Проблемы исполнения ГОЗ и кооперации.* Срывы сроков из-за потери технологий, санкций и нарушения производственно-тех-

нологических связей, в том числе зависимость от иностранных комплектующих.

7. *Незагруженные мощности и устаревшее оборудование.* Большая часть производственных фондов морально и физически устарела, простаивают значительные мощности.

8. *Недостаточная законодательная и организационная поддержка.* Нет стимулов к переходу на контракты полного жизненного цикла, слабая правовая база для государственно-частного партнерства. Контракт полного жизненного цикла — это договор, который охватывает все стадии создания и эксплуатации продукции, а именно: НИОКР, производство, поставку, сервисное обслуживание и ремонт в ходе эксплуатации, утилизацию по завершении срока службы.

9. *Проблемы банковского сопровождения ГОЗ.* Сложности с открытием множества отдельных счетов и нехватка банковской инфраструктуры для обслуживания предприятий. По закону предприятия ОПК обязаны открывать отдельные специальные счета для расчетов по каждому госконтракту с Минобороны. Все операции по этим счетам контролируются для предотвращения нецелевого расходования средств (это введено после ряда коррупционных скандалов).

10. *Ограниченнная номенклатура и слабая диверсификация производства.* Основной потребитель — государство. Слабая конверсия для выпуска гражданской продукции ограничивает устойчивость ОПК.

Следует отметить, что в период с 2022 г. некоторые описанные выше проблемы начали решаться в связи с поступлением больших инвестиций в ОПК, в том числе со стороны частных инвесторов [19; 20]. Авторами исследования дополнительно было изучено управление предприятиями ОПК за рубежом: в США, Китае, НАТО [21–28]. Таким образом, в США практикуется концепция Modular Open Systems Approach (далее — MOSA), в Китае — государственная программа Military — Civil Fusion (далее — MCF), а НАТО развивает открытую

⁸ Федеральный закон «О стратегическом планировании в Российской Федерации» от 28.06.2014 № 172-ФЗ.

архитектуру, например Future Combat Air System (далее — FCAS), а также проект Defence Innovation Accelerator for the North Atlantic (далее — DIANA). Концепция MOSA направлена на создание вооруженных систем с открытой архитектурой и модульной структурой, позволяющей обновлять и заменять отдельные компоненты без необходимости полной перестройки всей системы. MCF основывается на глубокой интеграции гражданского и военного секторов с целью ускоренного технологического развития. MCF позволяет максимально быстро адаптировать достижения гражданских компаний в области искусственного интеллекта, квантовых технологий и спутниковых систем для нужд Народно-освободительной армии Китая. Благодаря созданию специализированных зон двойного назначения, где сосредоточены предприятия, научные институты и государственные организации, Китай формирует единую инновационную экосистему и сокращает затраты на исследования и разработки. DIANA и European Open Systems Approach направлены на вовлечение стартапов, научных центров и коммерческих предприятий в развитие военных технологий и поддержку инноваций, однако, в отличие от китайского MCF, эти меры не предполагают масштабной гражданско-военной интеграции из-за высоких стандартов конфиденциальности и сложного правового регулирования.

Открытые архитектуры применяются в НАТО прежде всего для того, чтобы объединять усилия разных стран, упрощать совместные закупки и повышать эффективность взаимодействия между вооруженными силами государств-членов. Таким образом, американская модель MOSA обеспечивает гибкость и конкурентоспособность, китайская MCF концентрируется на слиянии гражданского и военного потенциала для ускоренного наращивания мощи, а инициативы НАТО служат для координации международных усилий и повышения технологической совместимости.

На основании изученных материалов, а также выявленных ошибок авторами иссле-

дования была составлена усовершенствованная диаграмма управления предприятия ОПК в нотации BPMN. Усовершенствованная диаграмма управления предприятия ОПК в нотации BPMN представлена на рис. 2.

Таким образом, авторами статьи предложено усовершенствование общей модели управления предприятиями ОПК посредством создания унифицированного федерального оборонного инновационного центра (далее — УФОИЦ), который осуществлял бы взаимодействие с государственными и частными заказчиками, предприятиями ОПК, в том числе научно-исследовательскими, выполняя функции НИОКР, технологического акселератора, аккумулировал бы взаимодействие с высшими учебными заведениями, а также с технологическими стартапами. Также в функции УФОИЦ могла бы входить разработка экономических стратегий, законодательных актов, подготовка кадров, изучение конъюнктуры оборонного рынка и geopolитической обстановки в мире. УФОИЦ не должен быть полностью подчинен Министерству Обороны Российской Федерации в связи с существующими проблемами в управлении предприятиями ОПК.

По мнению авторов статьи, УФОИЦ может быть частично подчинен Министерству Обороны Российской Федерации для получения экспертного мнения в области обороны и оборонной промышленности, однако сама структура УФОИЦ должна быть независимой и состоять из экспертов в соответствующих областях геополитики, экономики, промышленности и науки или иметь причастность к существующим отечественным научно-исследовательским или коммерческим структурам в соответствующих областях. Альтернативным вариантом может быть полная подчиненность УФОИЦ федеральному органу исполнительной власти (за исключением Министерства Обороны Российской Федерации), в том числе вновь созданному, или Правительству Российской Федерации. Другим вариантом является подчинение конституционному государственному совещательному органу при Президенте Российской Федерации, в том числе вновь созданному.

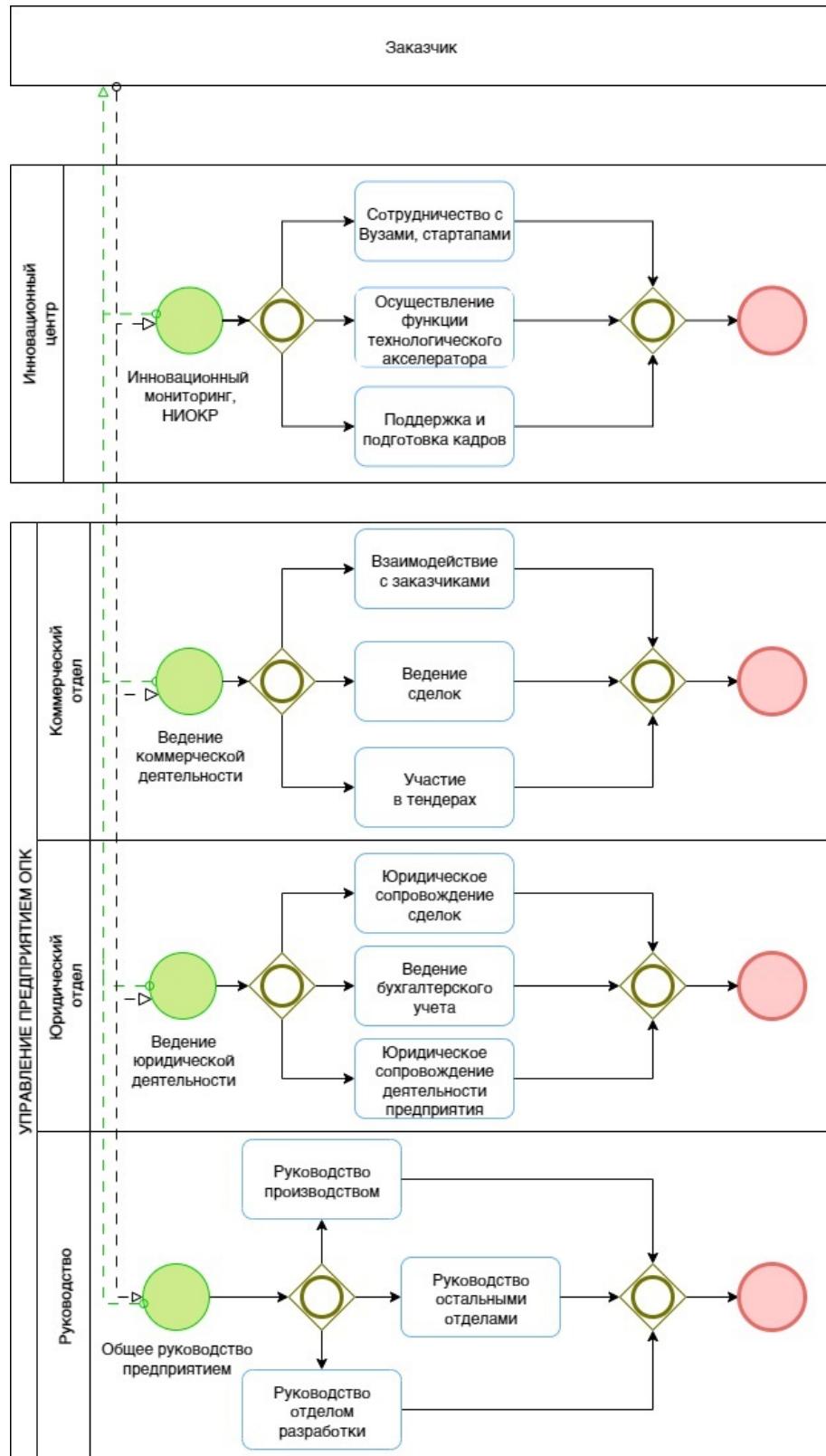


Рис. 2. Усовершенствованная диаграмма BPMN-управления предприятием ОПК

Источник: выполнено А.А. Бойковым

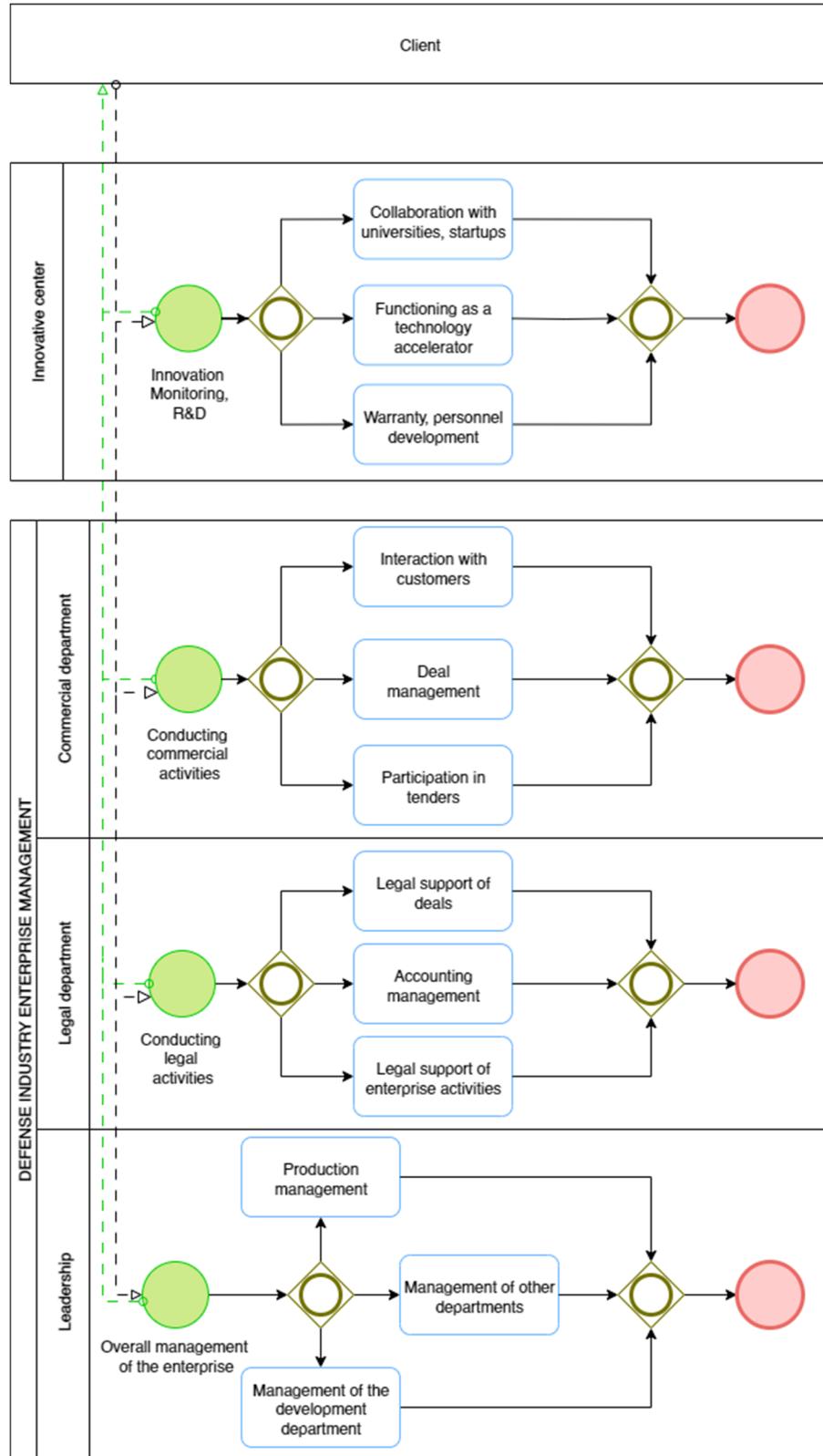


Figure 2. Enhanced BPMN diagram for managing a defense industry enterprise

Source: made by A.A. Boykov

Для расчета потенциальной эффективности УФОИЦ можно использовать модифицированный показатель Return on Innovation Investment (ROI) по формуле

$$ROI = \frac{V - C}{C} \times 100\%,$$

где V — оценка добавленной стоимости в денежном эквиваленте (в рублях или другой валюте), созданной центром, например, сумма экономического эффекта от внедренных НИОКР, патентов, сокращения времени разработки новых образцов вооружения; C — общие затраты на содержание центра в денежном эквиваленте (в рублях или другой валюте) на финансирование, административные издержки, зарплаты.

Удовлетворительным будет считаться показатель ROI, равный 20–30 %.

Для расчета реальной количественной оценки пользы можно применить индекс Technology Transfer Efficiency (TTE) по формуле

$$TTE = \frac{N \times P \times W}{T},$$

где N — число технологий или проведенных НИОКР за период (в штуках); P — коэффициент успешного внедрения: доля технологий, реально использованных в ОПК или переданных промышленности. Рассчитывается как доля разработок, которые реально внедрены в производство или переданы предприятиям ОПК:

$$P = \frac{N_{\text{ВН}}}{N},$$

где $N_{\text{ВН}}$ — число внедренных технологий в предприятия ОПК (в штуках); W — средневзвешенный коэффициент значимости технологий, учитывающий военный, экономический и социальный эффект. Каждой технологии присваивается вес, например, от 1 до 5 в зависимости от ее военной, экономической или научной ценности. Вес можно нормировать по экспертной шкале; T — среднее время от идеи до внедрения (в годах).

Чем выше получившийся показатель TTE, тем выше эффективность УФОИЦ. Удовлетво-

рительным результатом будет считаться показатель TTE не менее 5.

Для расчета эффективности подготовки кадров возможно применить формулу

$$E = \frac{N \times Q}{C},$$

где N — число подготовленных специалистов за период (в штуках); Q — коэффициент квалификации, например, % выпускников, успешно трудоустроенных в ОПК (в процентах). Рассчитывается как доля выпускников, которые успешно трудоустроились в предприятия ОПК или получили повышение квалификации:

$$Q = \frac{N_T}{N},$$

где N_T — число трудоустроенных выпускников в предприятия ОПК за период (в штуках); C — затраты на подготовку кадров в денежном эквиваленте (в рублях или другой валюте). Удовлетворительным результатом будет считаться показатель E , равный от 1,2 до 1,5 в зависимости от количества затрат в денежном эквиваленте.

2. Результаты и обсуждение

Результатом исследования являются разработанные диаграммы процессов управления предприятиями ОПК в нотации BPMN. Также были выявлены основные проблемы управления предприятиями ОПК. Диаграммы выполнены с помощью программного обеспечения draw.io.

Разработанные компактные схемы в нотации BPMN позволяют рассмотреть процесс управления предприятиями ОПК в общем виде, однако предложенные схемы имеют общий характер и могут не подойти для некоторых узкоспециализированных предприятий ОПК. Даные схемы могут являться отправной точкой для создания более детализированных диаграмм в нотации BPMN, для предложения альтернативных решений с целью борьбы с существующими проблемами в сфере управления предприятиями ОПК.

Заключение

Диаграммы BPMN разработаны с учетом регламентирующих документов на территории Российской Федерации и имеют высокую степень интеграции в существующие нормативные акты. Использование диаграмм на практике может оказать влияние на динамику роста показателей предприятий ОПК, скорость создания новых инновационных вооружений и оборонных технологий.

Список литературы

1. Глазков К.П. Роль оборонно-промышленного комплекса в экономике государства на примере ведущих стран мира // Материалы Научно-практической конференции с международным участием «Управление в сфере науки, образования и технологического развития», Москва, 21–22 апреля 2016 года. Москва : Московский Политех, 2016. С. 146–149. EDN: XFWIV
2. Pedah F.H., Deksino G.R., Putra A.I., Yanto S., Luntungan A.H.O. The important role of the defense industry in supporting national defense // East Asian Journal of Multidisciplinary Research. 2025. Vol. 4. No. 3. P. 1401–1416. <https://doi.org/10.55927/eaajmr.v4i3.89>
3. Потянова М.А., Кобылина Е.В. Тенденция развития оборонно-промышленного комплекса (ОПК) Российской Федерации в современных условиях // Актуальные вопросы современной науки и образования : сб. науч. статей по материалам Всерос. конф. в рамках проведения XXIII науч.-практ. чтений, посв. памяти философа и общественного деятеля А.Н. Радищева, приуроченных к Году педагога и наставника, Малоярославец, 14 апреля 2023 года. Малоярославец : Московский финансово-юридический уни-верситет МФЮА, 2023. С. 252–256. EDN: EUPDTZ
4. Кохно П.А. Менеджмент оборонно-промышленного комплекса как основа национальной стратегии промышленного развития // Экономика высокотехнологичных производств. 2022. Т. 3. № 2. С. 95–112. <https://doi.org/10.18334/evp.3.2.115239>
5. De Leoni M., Felli P., Montali M. Integrating BPMN and DMN: modeling and analysis // Journal on Data Semantics. 2021. Vol. 10. No. 1. P. 165–188. <https://doi.org/10.1007/s13740-021-00132-z>
6. De Giacomo G., Dumas M., Maggi F.M., Montali M. Declarative process modeling in BPMN // Lecture Notes in Computer Science. 2015. Vol. 9097. P. 84–100. https://doi.org/10.1007/978-3-319-19069-3_6 EDN: YVQYRH
7. Габов Н.А. Моделирование бизнес-процессов в нотации BPMN // Инноватика–2023 : сборник материалов XIX Международной школы-конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, Томск, 21–22 апреля 2023 года / под редакцией С.Л. Минькова. Томск : Общество с ограниченной ответственностью «СТТ», 2023. С. 258–260. EDN: DOWTXB
8. Бардулин Е.Н., Зиненко А.С. Теоретические аспекты управления в организационных системах оборонно-промышленного комплекса // ХХI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. 2022. Т. 11. № 3 (59). С. 64–68. <https://doi.org/10.46548/21vek-2022-1159-0010b> EDN: ENCWVY
9. Есаулов В.Н. Некоторые аспекты работы оборонно-промышленного комплекса (ОПК) России. Германия, Саарбрюккен : Lambert Academic Publishing, 2016. 109 с. ISBN 978-3-659-97610-0 EDN: YKFMUD
10. Иванова И.А., Мозжилкина Д.А. К вопросу об управлении оборонно-промышленным комплексом Российской Федерации — приведение к актуальному состоянию // Транспортное дело России. 2022. № 5. С. 31–33. https://doi.org/10.52375/20728689_2022_5_31 EDN: DALOWX
11. Макриденко Л.А., Степанов А.А. Концептуальные основы управления предприятиями оборонно-промышленного комплекса // Радиопромышленность. 2005. № 1. С. 19–26. EDN: GYAVGC
12. Батьковский А.М., Батьковский М.А. Теоретические основы и инструментарий управления предприятиями оборонно-промышленного комплекса. Москва : Тезарус, 2015. 128 с. ISBN 978-5-98421-308-0 EDN: VMINH
13. Батьковский А.М., Батьковский М.А., Смирнов Р.О., Фомина А.В. Принципы управления предприятиями оборонно-промышленного комплекса // Вопросы радиоэлектроники. 2016. № 10. С. 121–135. EDN: WMFDSJ
14. Комаров К.В. Основные проблемы управления предприятиями оборонно-промышленного комплекса // Инновации и инвестиции. 2023. № 9. С. 389–392. EDN: UFULYL
15. Чеботарев С.С., Ельшин В.А. Проблемы экономической безопасности в оборонно-промышленном комплексе // На страже экономики. 2022. № 2 (21). С. 79–86. <https://doi.org/10.36511/2588-0071-2022-2-79-86> EDN: ZXWRXG
16. Кирсанова М.А. Проблема управления технологическим обеспечением производства предприятий оборонно-промышленного комплекса // Вопросы экономических наук. 2009. № 5 (38). С. 33–36. EDN: KZEWSF
17. Орловская М.А., Новицкая Л.Ю. Финансовый контроль в сфере государственного оборонного заказа // Российский научный вестник. 2025. № 1. С. 237–242. <https://doi.org/10.24412/2782-3830-2025-1-237-242> EDN: DSEUGS

18. Ширенин Р.П. Финансовый контроль как составная часть государственного финансового контроля в сфере государственного оборонного заказа // Современные тенденции развития фундаментальных и прикладных наук : материалы VIII Всероссийской научно-практической конф., Брянск, 25 января 2025 года. Брянск : Брянский государственный инженерно-технологический университет, 2025. С. 389–397. EDN: XOCPCU
19. Белокрылов К.А., Белокрылова О.С. Санкционно-мобилизационные особенности современной экономики России // Научные труды Вольного экономического общества России. 2025. Т. 251. № 1. С. 376–396. <https://doi.org/10.38197/2072-2060-2025-251-1-376-396> EDN: JJDAJK
20. Алиев Р.И. К вопросу о мерах государственной поддержки инвесторов в сфере оборонно-промышленного комплекса // Образование и право. 2025. № 1. С. 199–203. EDN: RQYNUZ
21. Hallberg N.L. Exploring the development of heterogeneous contracting capabilities: The role of organizational design // Strategic Organization. 2024. P. 1–33. <https://doi.org/10.1177/14761270241244998> EDN: BRAUGK
22. Zehtab S.B., Hong T.S. Modular open systems approaches: empowering dod's intellectual property cadre to evaluate department of defense programs // Public Contract Law Journal. 2024. Vol. 54. № 1. P. 41–84. URL: <https://openurl.ebsco.com/EPDB%3Agcd%3A9%3A312697/detailv2?> (accessed: 12.05.2025).
23. Dew N., Lewis I. US Defense Innovation and Industrial Policy: An Assessment of Where Things Currently Stand // Expeditions with MCUP. 2024. Vol. 2024. No. 1. P. 1–25. <https://doi.org/10.36304/ExpwMCUP.2024.05> EDN: DYBEDW
24. Dew N., Lewis I. System-on-system competition in defense innovation // Expeditions with MCUP. 2022. Vol. 2022. No. 1. P. 1–71. <https://doi.org/10.36304/expwmcup.2022.07> EDN: PQLQGB
25. Pedersen O., Jahre M., Norman A. A balancing act: towards a conceptual framework for the governance of buyer-supplier relationships in defence supply chains // Scandinavian Journal of Military Studies. 2025. Vol. 8. No. 1. P. 152–177. <https://doi.org/10.31374/sjms.354>
26. Yang X., Zhang H. China's civil-military integration and regional defence innovation: A quasi-natural experiment based on national industrial zone policy // Defence and Peace Economics. 2024. Vol. 36. No. 2. P. 1–30. <https://doi.org/10.1080/10242694.2024.2403425>
27. Wang S., Xia M., Shi X., Hou B., Lu Sh. China's distinctive civil–military integration policy and firm innovation // Science and Public Policy. 2024. Vol. 51. No. 5. P. 761–779. <https://doi.org/10.1093/scipol/scae013>
28. Farrow A.E. Modernization and the military-civil fusion strategy // Journal of Indo-Pacific Affairs. 2023. Vol. 6. No. 6. P. 102–114. URL: <https://www.airuniversity.af.edu/JIPA/Display/Article/3533572/modernization-and-the-military-civil-fusion-strategy/> (accessed: 12.05.2025).

References

1. Glazkov KP. The role of the defense-industrial complex in the state economy on the example of leading countries of the world. *Proceedings of the Scientific and Practical Conference with International Participation "Management in the Sphere of Science, Education and Technological Development."* Moscow: Moscow Polytechnic; 2016. p. 146–149. (In Russ.) EDN: XFFWIV
2. Pedah FH, Deksino GR, Putra AI, Yanto S, Luntungan AHO. The important role of the defense industry in supporting national defense. *East Asian Journal of Multidisciplinary Research.* 2025;4(3):1401–1416. <https://doi.org/10.5592/eajmr.v4i3.89>
3. Potyanova MA, Kobylina EV. Trend of development of the defense-industrial complex (DIC) of the Russian Federation in modern conditions. *Actual Issues of Modern Science and Education: Collection of Scientific Articles Based on Materials of the All-Russian Conference within the XXIII Scientific and Practical Readings Dedicated to the Memory of Philosopher and Public Figure A.N. Radishchev, Timed to the Year of Teacher and Mentor. Maloyaroslavets, April 14, 2023.* Maloyaroslavets: Moscow Financial and Legal University MFUA, 2023. P. 252–256. (In Russ.) EDN: EUPDTZ
4. Kokhno PA. Management of the military-industrial complex as the basis of the national industrial development strategy. *Economy of High-Tech Production.* 2022;3(2): 95–112. (In Russ.) <https://doi.org/10.18334/evp.3.2.115239> EDN: PNCYHA
5. De Leoni M, Felli P, Montali M. Integrating BPMN and DMN: Modeling and analysis. *Journal on Data Semantics.* 2021;10(1):165–188. <https://doi.org/10.1007/s13740-021-00132-z>
6. De Giacomo G, Dumas M, Maggi FM, Montali M. Declarative process modeling in BPMN. *Lecture Notes in Computer Science.* 2015;9097:84–100. https://doi.org/10.1007/978-3-319-19069-3_6 EDN: YVQYRH
7. Gabov NA. Business process modeling in BPMN notation. *Innovatika-2023: Collection of Materials of the XIX International School-Conference for Students, Postgraduates and Young Scientists,* Tomsk, April 21–22, 2023. Edited by S.L. Minkov. Tomsk: LLC “STT,” 2023. P. 258–260. (In Russ.) EDN: DOWTXB
8. Bardulin EN, Zinenko AS. Theoretical aspects of management in organizational systems of the defense-industrial complex. *XXI Century: Results of the Past and Problems of the Present Plus.* 2022;11(3):64–68. (In Russ.) <https://doi.org/10.46548/21vek-2022-1159-0010> EDN: ENCWWY
9. Esaulov VN. *Some aspects of the work of the Russian defense-industrial complex (DIC).* Saarbrücken, Germany: Lambert Academic Publ.; 2016. (In Russ.) ISBN 978-3-659-97610-0 EDN: YKFMUD.
10. Ivanova IA, Mozzhilkina DA. On the issue of management of the defense-industrial complex of the Russian Federation — Bringing to the current state. *Transport Busi-*

- ness of Russia.* 2022;(5):31–33. (In Russ.) https://doi.org/10.52375/2072868920225_31 EDN: DALOWX
11. Makridenko LA, Stepanov AA. Conceptual foundations of management of defense-industrial complex enterprises. *Radio Industry.* 2005;(1):19–26. EDN: GYAVGC
 12. Batkovsky AM, Batkovsky MA. *Theoretical foundations and tools for managing defense-industrial complex enterprises.* Moscow: Thesaurus Publ.; 2015. (In Russ.) ISBN 978-5-98421-308-0 EDN: VMIHYH
 13. Batkovsky AM, Batkovsky MA, Smirnov RO, Fomina AV. Principles of management of defense-industrial complex enterprises. *Questions of Radio Electronics.* 2016; (10):121–135. (In Russ.) EDN: WMFDJS
 14. Komarov KV. Main problems of managing defense-industrial complex enterprises. *Innovations and Investments.* 2023;(9):389–392. (In Russ.) EDN: UFULYL
 15. Kirsanova MA. Problem of Managing Technological support of production at defense-industrial complex enterprises. *Economic Sciences Issues.* 2009;5(38):33–36. EDN: KZEWSF
 16. Chebotarev SS, Elshin VA. Problems of economic security in the defense-industrial complex. *On Guard of Economy.* 2022;2(21):79–86. (In Russ.) <https://doi.org/10.36511/2588-0071-2022-2-79-86> EDN: ZXWRXG
 17. Orlovskaya MA, Novitskaya LYu. Financial control in the sphere of state defense order. *Russian Scientific Bulletin.* 2025;(1):237–242. (In Russ.) <https://doi.org/10.24412/2782-3830-2025-1-237-242> EDN: DSEUGS
 18. Shirenin RP. Financial Control as an integral part of state financial control in the sphere of state defense order. *Modern Trends in Fundamental and Applied Sciences Development: Proceedings of the VIII All-Russian Scientific and Practical Conference. Bryansk, January 25, 2025.* Bryansk: Bryansk State Engineering and Technology University, 2025. P. 389–397. (In Russ.) EDN: XOCPCU
 19. Belokrylov KA, Belokrylova OS. Sanction-Mobilization Features of the Modern Russian Economy. *Scientific Works of the Free Economic Society of Russia.* 2025; 251(1):376–396. (In Russ.) <https://doi.org/10.38197/2072-2060-2025-251-1-376-396> EDN: JJDAJK
 20. Aliev RI. On measures of state support for investors in the defense-industrial complex sphere. *Education and Law.* 2025;(1):199–203. (In Russ.) EDN: RQYNUZ
 21. Hallberg NL. Exploring the development of heterogeneous contracting capabilities: The role of organizational design. *Strategic Organization.* 2024:1–33. <https://doi.org/10.1177/14761270241244> EDN: BRAUGK
 22. Zehtab SB, Hong TS. Modular open systems approaches: Empowering DoD's intellectual property cadre to evaluate department of defense programs. *Public Contract Law Journal.* 2024;54(1):41–84. Available from: [https://openurl.ebsco.com/EPDB%3Agcd%3A9%3A312697/detainlv2?](https://openurl.ebsco.com/EPDB%3Agcd%3A9%3A312697/detailv2?) (accessed: 12.05.2025).
 23. Dew N, Lewis I. US Defense innovation and industrial policy: An assessment of where things currently stand. *Expeditions with MCUP.* 2024;2024(1):1–25. <https://doi.org/10.36304/ExpwMCUP.2024.05> EDN: DYBEDW
 24. Dew N, Lewis I. System-on-system competition in defense innovation. *Expeditions with MCUP.* 2022; 2022(1):1–71. <https://doi.org/10.36304/expwmcup.2022.07> EDN: PQLQGB
 25. Pedersen O, Jahre M., Norrman A. A Balancing Act: Towards a Conceptual Framework for the Governance of Buyer-Supplier Relationships in Defence Supply Chains. *Scandinavian Journal of Military Studies.* 2025;8(1):152–177. <https://doi.org/10.31374/sjms.354>
 26. Yang X, Zhang H. China's Civil-Military Integration and Regional Defence Innovation: A Quasi-Natural Experiment Based on National Industrial Zone Policy. *Defence and Peace Economics.* 2024;36(2):1–30. <https://doi.org/10.1080/10242694.2024.2403425>
 27. Wang S, Xia M, Shi X, Hou B, Lu Sh. China's Distinctive Civil–Military Integration Policy and Firm Innovation. *Science and Public Policy.* 2024;51(5):761–779. <https://doi.org/10.1093/scipol/scae013>
 28. Farrow AE. Modernization and the Military-Civil Fusion Strategy. *Journal of Indo-Pacific Affairs.* 2023;6(6): 102–114. Available from: <https://www.airuniversity.af.edu/JIPA/Display/Article/3533572/modernization-and-the-military-civil-fusion-strategy/> (accessed: 12.05.2025).

Сведения об авторах

Бойков Антон Алексеевич, аспирант кафедры инновационного менеджмента в отраслях промышленности, инженерная академия, Российский университет дружбы народов, Российская Федерация, 117198, г. Москва, ул. Миклухо-Маклая, д. 6; eLIBRARY SPIN-код: 7501-3304, ORCID: 0000-0002-7991-5283; e-mail: 1042200032@pfur.ru

Самусенко Олег Евгеньевич, кандидат технических наук, заведующий кафедрой инновационного менеджмента в отраслях промышленности, инженерная академия, Российский университет дружбы народов, Российская Федерация; 117198, Москва, ул. Миклухо-Маклая, д. 6; eLIBRARY SPIN-код: 6613-5152, ORCID: 0000-0002-8350-9384; e-mail: samusenko@rudn.ru

Маликов Евгений Александрович, аспирант кафедры инновационного менеджмента в отраслях промышленности, инженерная академия, Российский университет дружбы народов, Российская Федерация, 117198, г. Москва, ул. Миклухо-Маклая, д. 6; ORCID: 0009-0004-8656-9341; e-mail: 1142221133@pfur.ru

Виноградов Евгений Владимирович, аспирант кафедры инновационного менеджмента в отраслях промышленности, инженерная академия, Российский университет дружбы народов, Российская Федерация, 117198, г. Москва, ул. Миклухо-Маклая, д. 6; ORCID: 0009-0004-3508-9655; e-mail: 1142221026@pfur.ru

Шишкин Илья Викторович, аспирант кафедры инновационного менеджмента в отраслях промышленности, инженерная академия, Российский университет дружбы народов, Российская Федерация, 117198, г. Москва, ул. Миклухо-Маклая, д. 6; ORCID: 0009-0004-9681-3176; e-mail: 1142230115@pfur.ru

Ромашенко Максим Николаевич, аспирант кафедры инновационного менеджмента в отраслях промышленности, инженерная академия, Российский университет дружбы народов, Российская Федерация, 117198, г. Москва, ул. Миклухо-Маклая, д. 6; ORCID: 0009-0003-5277-2571; e-mail: 1142220732@pfur.ru

Семенцов Дмитрий Андреевич, аспирант кафедры инновационного менеджмента в отраслях промышленности, инженерная академия, Российский университет дружбы народов, Российская Федерация, 117198, г. Москва, ул. Миклухо-Маклая, д. 6; ORCID: 0009-0001-5889-8277; e-mail: 1142220732@pfur.ru

About the authors

Anton A. Boykov, Graduate student of the of Innovation Management in Industrial Sectors, Academy of Engineering, RUDN University, 6 Miklukho-Maklaya St, Moscow, 117198, Russian Federation; eLIBRARY SPIN-code: 7501-3304, ORCID: 0000-0002-7991-5283; e-mail: 1042200032@pfur.ru

Oleg E. Samusenko, Ph.D of Technical Sciences, Head of the Department of Innovation Management in Industries, Academy of Engineering, RUDN University, 6 Miklukho-Maklaya St, Moscow, 117198, Russian Federation; eLIBRARY SPIN-code: 6613-5152, ORCID: 0000-0002-8350-9384; e-mail: samusenko@rudn.ru

Evgeny A. Malikov, Graduate student of the Department nnovation Management in Industrial Sectors, Academy of Engineering, RUDN University, 6 Miklukho-Maklaya St, Moscow, 117198, Russian Federation; ORCID: 0009-0004-8656-9341; e-mail: 1142221133@pfur.ru

Evgeny V. Vinogradov, Graduate student of the Department Innovation Management in Industrial Sectors, Academy of Engineering, RUDN University, 6 Miklukho-Maklaya St, Moscow, 117198, Russian Federation; ORCID: 0009-0004-3508-9655; e-mail: 1142221026@pfur.ru

Ilya V. Shishkin, Graduate student of the Department Innovation Management in Industrial Sectors, Academy of Engineering, RUDN University, 6 Miklukho-Maklaya St, Moscow, 117198, Russian Federation; ORCID: 0009-0004-9681-3176; e-mail: 1142230115@pfur.ru

Maksim N. Romashchenko, Graduate student of the Department Innovation Management in Industrial Sectors, Academy of Engineering, RUDN University, 6 Miklukho-Maklaya St, Moscow, 117198, Russian Federation; ORCID: 0009-0003-5277-2571; e-mail: 1142220732@pfur.ru

Dmitry A. Sementsov, Graduate student of the Department Innovation Management in Industrial Sectors, Academy of Engineering, RUDN University, 6 Miklukho-Maklaya St, Moscow, 117198, Russian Federation; ORCID: 0009-0001-5889-8277; e-mail: 1142220732@pfur.ru