

Научная статья

DOI: 10.15593/2499-9873/2022.03.05

УДК 004.9

И.Ю. Коцюба, Е.О. Володикова

Университет ИТМО, Санкт-Петербург, Россия

**МЕТОДЫ ОРГАНИЗАЦИИ ИНТЕГРАЦИОННОГО
ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ УЧАСТНИКОВ ОТРАСЛЕВОЙ
КООПЕРАЦИИ ПОСРЕДСТВОМ ПРОЕКТИРОВАНИЯ
АРХИТЕКТУРНОГО ИТ-РЕШЕНИЯ**

Рассмотрено решение задачи по информационной поддержке процесса внутри-отраслевой кооперации предприятий участников по технологико-поставочному принципу. В качестве решения предложено проектирование единого информационного пространства на базе существующих информационных систем с применением технологий микросервисной архитектуры. Анализируются основные проблемы поддержки интеграционного процесса внутри-отраслевых коопераций, построена модель интегральной оценки эффективности отраслевых коопераций на базе метода иерархий Саати и экспертных оценок, описан контракт взаимодействия в рамках интеграционного процесса. Также представлена модель архитектуры, построенная с использованием объектно-ориентированного языка UML, приведена оценка системной устойчивости модели архитектуры с применением смешанного графа, приведены результаты практической оценки системной устойчивости архитектуры информационной системы.

Ключевые слова: отраслевая кооперация, архитектурное проектирование, микросервисная архитектура, интеграция сервисов, цифровизация, ОПК.

I.Yu. Kotsyuba, E.O. Volodikova

ITMO University, Saint Petersburg, Russian Federation

**IT ARCHITECTURE SOLUTIONS FOR INDUSTRY BASED
COOPERATIONS INTEGRATION SUPPORT**

The current research provides solution for the process of legal cooperation between enterprises of participants according to the technological and delivery principle information support. As a solution, it is proposed to design a single information space based on existing information systems using micro-service architecture technologies. This article discusses the main problems of supporting the integration process of intra-industry cooperation, provides a model for the integral assessment of the industry cooperation effectiveness based on the method of Saaty hierarchies and expert assessments, the article describes the contract of interaction within the framework of the integration process. The article also presents an architecture model built using the object-oriented language UML, provides an assessment of the system stability of the architecture model using a mixed graph, and presents the results of an architecture's practical assessment.

Keywords: industry cooperation, architect design, microservice architecture, «contract first», services integration, digitalisation, military-industrial complex.

Введение

Организационные реформы, затронувшие стратегические отрасли промышленности Российской Федерации, привели к значительным изменениям в хозяйственной деятельности каждой организации военно-промышленного комплекса [1–4]. Круг вызовов, с которыми столкнулись участники вновь образовавшихся коопераций, расширяется, особенно в контексте цифровой экономики [5–9]. Одним из таких вызовов стала информационная поддержка процесса интеграции ранее независимых организаций. Основной ценностью, создаваемой в рамках жизнедеятельности предприятий оборонно-промышленного комплекса, выступает создание высокотехнологичных надежных решений, производимых с применением комплектующих, поставляемых в рамках кооперации. Как следствие, качество организации интеграционного взаимодействия [10–12] оказывает прямое воздействие как на качество и объемы выпускаемой продукции, так и на финансовую и организационную устойчивость бизнес-процессов, создающих ключевую ценность. Отсутствие налаженного интеграционного взаимодействия приводит к таким проявлениям неэффективности, как дублирование процессов и зон ответственности, отсутствие прозрачности процессов, отсутствие возможности регулярной и качественной оценки эффективности участников и кооперации в целом, как следствие, низкое качество стратегического планирования. Таким образом, ключевым фактором в повышении эффективности процессов управления оборонно-промышленным комплексом является их информатизация [13–21], в том числе автоматизированное обеспечение устойчивости внутриотраслевой кооперации, требующее разработки новых ИТ-решений, обеспечивающих интеграцию информационных систем кооперантов.

При проектировании информационной системы в организациях кооперативного типа учитывается ряд особенностей: сложность структуры, гетерогенность, рассредоточенность, динамика, многофункциональность, защищенность. С учетом потребности в проектировании на базе уже существующих систем (монолитов), потребности в минимизации и фиксировании бюджета проекта, отсутствии возможности создания гибкой проектной команды, крайней защищенности информации, а также необходимости контроля качества и управления рисками была выбрана методология архитектурного проектирования. На базе

выбранной методологии проектирования предлагается проект ИТ-решения, базируемого на технологическом стеке микросервисной архитектуры. Микросервисная архитектура наиболее релевантна указанным особенностям информационных систем участников кооперации.

Проектирование контракта взаимодействия

Проектируемое ИТ-решение сталкивается с задачей по согласованию такого контракта взаимодействия, при котором вызов программных интерфейсов приложений проектируемой микросервисной архитектуры будет происходить с минимальным количеством сбоев. При этом значительное отличие проектируемого решения заключается в том, что актер (пользователь) передает исходные данные в информационной системе отдельно взятого кооперанта, тогда как далее информационные потоки проходят множество программных интерфейсов микросервисной архитектуры. Более распространено решение, при котором пользователь непосредственно вызывает методы с помощью графического пользовательского интерфейса. В проектируемом ИТ-решении пользователь использует графический интерфейс отдельного модуля монолитной информационной системы, после чего система самостоятельно передает данные в проектируемую микросервисную архитектуру. В связи с этим проектирование сервисов на базе контракта взаимодействия выступает единственным возможным решением.

Выходные атрибуты контракта взаимодействия содержат ряд крупных блоков, часть из которых формируется на программном уровне (информационная система самостоятельно передает данные на основании актуальной информации в системе), часть вводится экспертами через дополнительно проектируемый графический интерфейс.

В рамках контракта взаимодействия на программном уровне формируются и передаются следующие данные:

- данные организации: информация о руководящем лице, наименование, платежные реквизиты организации, контакты для связи с организацией;
- отчетные показатели о ходе закупочной деятельности, детализированные как в части закупочных документов, так и в части состава товарного обмена (объем и стоимость покупаемой материальной части), также передается информация о купленной материальной части, временно находящейся на ответственном хранении у поставщиков;

- отчетные показатели о ходе производственной деятельности, детализированные в части характера производства (серийное производство, НИОКР, ремонт или запасные части), планируемого и фактического объема выпуска продукции;

- отчетные показатели складского учета, включающие информацию о перечне складов в управленческой информационной системе участника кооперации и их номенклатурном составе с указанием актуального объема;

- отчетные финансовые показатели, передаваемые по форме, аналогичной форме отчета о финансовых результатах российского стандарта бухгалтерской отчетности. Также дополнительно передается информация о лице, ответственном за подготовку отчетности – главном бухгалтере организации либо главном аудиторе организации, если такой предусмотрен штатным расписанием;

- предустановленный порядок, схема передачи вышеуказанных атрибутов – состав единого шаблона проектирования Data Transfer Object.

На уровне вспомогательного графического интерфейса передаются экспертные значения каждого из коэффициентов, которые рассчитываются в рамках проектируемой микросервисной архитектуры.

Контракт взаимодействия проектируемого решения предусматривает передачу данных из информационных систем участников кооперации через брокера очередей Kafka, таким образом, дополнительно исходящее сообщение приобретает обязательные заголовки, необходимые для возможности чтения сообщения брокером очередей.

Бизнес-логика создания микросервисной коллаборации

Оценка эффективности предприятий, объединенных кооперационными связями, но не объединившимися юридически, является сложной задачей, решаемой широким спектром уже имеющихся методов: методы экспертных оценок, методы многокритериальной оптимизации, матрицы попарных сравнений, институциональный подход. В рамках оценки эффективности внутриотраслевой кооперации существует ряд субъективных факторов, требующих качественной оценки, тогда как для расчета требуются количественные. Метод иерархий Сати является наиболее релевантным поставленной задаче и используется в рамках исследований как основной. Ниже приведена схема осуществления интегральной оценки эффективности деятельности коопе-

рации как единого интегрированного механизма, в расчетах результирующего показателя которой используются методы экспертных оценок и метод анализа иерархий Саати.

Первым этапом является расчет показателей эффективности по каждому кооперанту (1), где $K_{\text{обновл}}$ – коэффициент обновления ассортимента выпускаемой продукции, $K_{\text{вып}}$ – план-фактная оценка выполнения плана производства, K_q – коэффициент качества, основанный на проценте выбраковки, $K_{\text{эласт}}$ – коэффициент независимости выполнения производственного плана от поставок в связи с наличием страхового запаса, $K_{\text{финз}}$ – коэффициент финансовой независимости, $K_{\text{ЕП}}$ – коэффициент независимости выполнения производственного плана от поставок конкретного поставщика, $K_{\text{репроц}}$ – коэффициент, оценивающий институциональное взаимодействие участников, $K_{\text{пф}}$ – коэффициент подменного фонда, $K_{\text{страх.об.}}$ – коэффициент страхового запаса на складах поставщиков.

$$I_{\text{пост } N} = \sqrt[9]{K_{\text{обновл}} \cdot K_{\text{вып}} \cdot K_q \cdot K_{\text{эласт}} \cdot K_{\text{финз}} \cdot K_{\text{ЕП}} \cdot K_{\text{репроц}} \cdot K_{\text{пф}} \cdot K_{\text{страх.об.}}} \quad (1)$$

Далее микросервис осуществляет пересчет коэффициентов с учетом экспертных оценочных значений веса каждого коэффициента на основании данных, переданных в объекте `Metrics_Info_List` от информационных систем кооперантов. В рамках спроектированного контракта взаимодействия экспертные данные транслируются в ходе всего интеграционного процесса от поступления через графический интерфейс информационной системы участника кооперации к сервису осуществления расчетов без изменений.

Взвешенные оценки значений коэффициентов эффективности по каждому участнику кооперации используются в расчете интегрального показателя оценки эффективности каждого участника кооперации. Далее микросервис осуществляет окончательный расчет оценки эффективности кооперации с учетом веса каждого участника кооперации в соответствии с весами, программно заложенными в стратегии микросервиса.

$$I_{\text{кооп итог}} = I_{\text{пост } 1} \cdot W_1 + I_{\text{пост } 2} \cdot W_2 + \dots + I_{\text{пост } N} \cdot W_N \quad (2)$$

Триггером межкомпонентного взаимодействия может выступать как запрос от лица, принимающего решение через графический пользовательский интерфейс, так и передача обновленных данных от информационных систем участников кооперации, например, при выгрузке актуальной финансовой отчетности.

При успешной валидации входящего сообщения сервис запускает осуществление стратегии расчетов. По итогам осуществления расчетов микросервис формирует JSON-сообщение для передачи итогов расчетов для обработки в графическом пользовательском интерфейсе. Ответ на исходный запрос также проходит без изменений через шлюз аутентификации UI-auth-service и подготавливается к отображению в графическом интерфейсе пользователя. С точки зрения логики всего процесса окончательным событием будет вывод на экран пользователя дашборда с результатами расчетов.

Проектирование архитектуры ИТ-решения

Системная архитектура – фундаментальная организация системы, реализованная в ее компонентах, их взаимосвязях друг с другом и с окружающей средой, и руководящие правила проектирования и развития системы [22]. К прикладной архитектуре в рамках проектируемого ИТ-решения относятся сервисы, обеспечивающие прием, маршрутизацию и передачу данных, такие как брокер связи и адаптер; интерфейсы, обеспечивающие REST-взаимодействие внутри сервисной коллаборации, микросервисы сервисной коллаборации и UI-интерфейс. К архитектуре данных относятся сервисы, осуществляющие аутентификацию, сервис-хореограф, осуществляющий управление обменом данными в рамках коллаборации, и локальные хранилища данных микросервисов.

Рассмотренные выше уровни сложно графически интерпретировать отдельно друг от друга, в связи с чем речь идет о проектировании целостной системной архитектуры. На рис. 1 изображена предлагаемая в исследовании системная архитектура проектируемого ИТ-решения на примере трех участников отраслевой кооперации. Графическая интерпретация системной архитектуры разработана на базе архитектурного языка ArchiMate и с применением соответствующего программного обеспечения ArchiMateModellingTool. Приложения, включенные в состав единой информационной системы каждого кооперанта, могут

быть представлены большим количеством тематических модулей. В рамках системной архитектуры представлены те модули, которые являются необходимыми и достаточными для организации релевантного задачи интеграционного взаимодействия. В рамках проектируемого решения предлагается следующий технологический процесс информационного обмена:

1. Брокер принимает сообщения от сервиса участника кооперации в заданный топик Kafka.
2. Брокер дробит сообщение и задает Data Transfer Object с соответствующей тематикой (закупки, склад и т.д.).
3. Адаптер принимает сообщения из заданного топика и с помощью REST API подготавливает JSON-сообщения в соответствии с контрактом взаимодействия для аутентификации в контуре и обращения в каждый из микросервисов (storage-service, finance-service, manufacturing-service, purchase-service).
4. Передача сообщения от сервиса аутентификации в микросервисы.
5. Микросервисы передают необходимую информацию в сервис-хореограф.

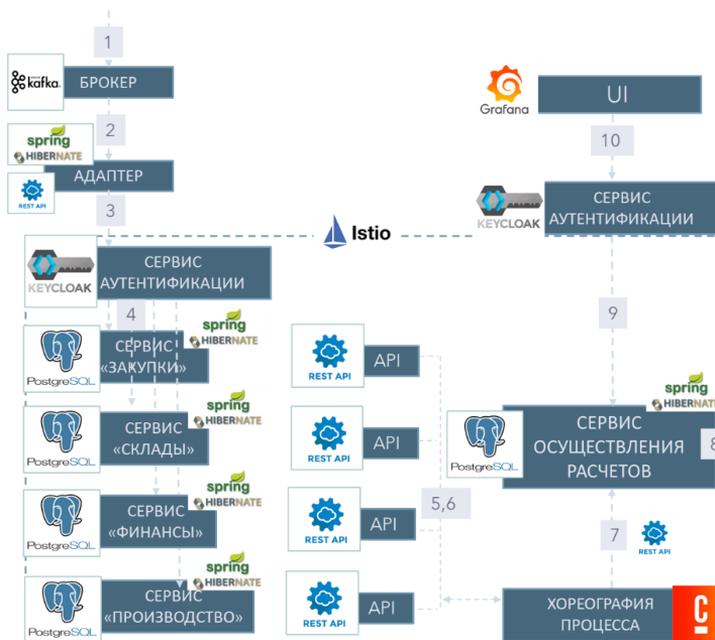


Рис. 1. Возможный вариант поддержки архитектуры ИТ-решения на программном уровне

1. Сервис-хореограф формирует Data Transfer Object для сбора данных с сервисов и передачи в систему осуществления расчетов.

2. Сервис-хореограф аккумулирует данные и передает с помощью REST API в сервис осуществления расчетов.

3. Сервис осуществления расчетов в соответствии с заданными моделями принятия решений производит подсчет, сохраняет в локальном хранилище данных.

4. Сервис аутентификации предоставляет доступ UI для использования данных, полученных в ходе применения модели в сервисе осуществления расчетов.

5. UI-сервис на базе Grafana предоставляет лицам, принимающим решение, доступ к аналитической информации, предварительно визуализированной.

Важным фактором выбора и обоснования продуктов с открытым исходным кодом и непосредственно микросервисной архитектуры выступает возможность реализовать эффективное решение, не создавая препятствий для следования федеральному законодательству об импортозамещении. С технической точки зрения сервисная коллаборация, создаваемая в рамках ИТ-решения, не относится непосредственно ни к одному из участников внутриотраслевой кооперации с точки зрения континуума организации. Микросервисная коллаборация – внешняя надстройка, работающая на лицо, принимающее решение.

Оценка структурной устойчивости проектируемой архитектуры

Для проведения оценки структурной сложности в данной работе предложено моделирование проектируемого решения в виде графа (рис. 2) с последующим расчетом матрицы контуров и метрик системной устойчивости. На рис. 2 представлен смешанный граф $G = (14,22)$, где 14 – порядок графа, 22 – мощность множества дуг графа. Граф G является смешанным, так как содержит в себе и ориентированные дуги, и ребра. На рис. 2 дуги g, h, i, j обозначают односторонний поток сообщений, остальные дуги указывают на двусторонний характер взаимодействия и заменяют пары разнонаправленных стрелок. Смысловая интерпретация вершин графа представлена в табл. 1. Для сохранения достоверности расчетов брокер очередей на базе Kafka был исключен из графа как дублер адаптера по своему назначению.

С целью оценки взаимной зависимости компонент проектируемой архитектуры построим матрицу смежности на основании графа G. Матрица смежности графа позволяет оценить количество вершин, связанных общей дугой с другими вершинами. Матрица смежности графа G представлена в табл. 2. Представленная матрица смежности позволяет сделать вывод, что наиболее сильно связанной компонентой выступает монолитная архитектура из четырех модулей, представленная вершинами 1–4. Микросервисная коллаборация, напротив, состоит из взаимонезависимых компонент (вершины 7–10) и компонент-связей, которые обеспечивают взаимосвязь бикомпонент, выделенных различными цветами в табл. 2. Более достоверно о наличии сильносвязанных бикомпонент говорит матрица достижимости, отражающая возможности достижения вершин в графе по путям, слагаемым из смежных дуг. Далее будут приведены результирующие расчеты.

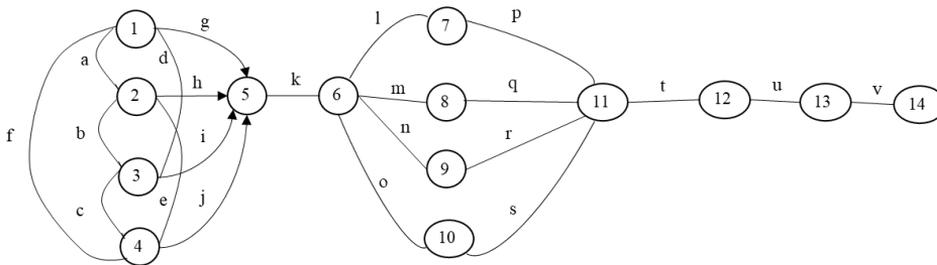


Рис. 2. Граф G представления проектируемого ИТ-решения

Таблица 1

Расшифровка вершин графа

№ вершины	Наименование компоненты проектируемого ИТ-решения
1	Модуль «Закупки» ИС Кооперанта
2	Модуль «Складкой учет» ИС Кооперанта
3	Модуль «Финансы» ИС Кооперанта
4	Модуль «Производство» ИС Кооперанта
5	Адаптер (score-collab-adapter)
6	Сервис аутентификации (collaboration-auth-service)

Окончание табл. 1

№ вершины	Наименование компоненты проектируемого ИТ-решения
7	Микросервис «Закупки»
8	Микросервис «Склады»
9	Микросервис «Финансы»
10	Микросервис «Производство»
11	Хореограф
12	Сервис осуществления расчетов (score-account-service)
13	Сервис аутентификации (UI-auth-service)
14	Графический пользовательский интерфейс (UI)

Комплексная оценка структурной сложности возможна при применении следующего алгоритма [23]: матрица смежности умножается на матрицу инцидентности, полученный массив в свою очередь умножается на транспонированную матрицу контуров. Полученный расчетный массив представлен в табл. 3.

Таблица 2

Матрица смежности графа G

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	1	0	1	1	1	1	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0
8	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0
9	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0
10	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0
11	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0	1	0	0
12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0
13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0

Таблица 3

Расчетный массив комплексной оценки структурной сложности графа

	I	II	III	IV
1	1	1	1	1
2	1	1	1	1
3	1	1	1	1
4	1	1	1	1
5	2	2	2	2
6	3	3	3	3
7	4	3	3	3
8	4	3	3	3
9	4	3	3	3
10	4	3	3	3
11	6	4	4	4
12	4	1	1	1
13	3	0	0	0
14	2	0	0	0

Полученный расчетный массив указывает на повышенную нагрузку на компоненту, соответствующую вершине 11 графа G – микросервису хореографии процессов. Такой перевес в сторону сервиса, оркестрирующего процесс, распространен на практике и не является аномалией. Также повышенную нагрузку можно отметить на тематических микросервисах (вершины 7–10), при потенциальном увеличении нагрузки на соответствующие микросервисы потребуются их последовательный рефакторинг. Остальные компоненты проектируемого решения являются умеренно и равномерно нагруженными. Компоненты, входящие в монолитные архитектуры участников кооперации, испытывают минимальную нагрузку, что соответствует обозначенным ранее бизнес-потребностям.

1. Проектируемое решение удобно и эффективно с точки зрения тестирования.

2. В проектируемом решении присутствует лишь одна высоконагруженная компонента – хореограф процессов.

3. Компоненты решения, соответствующие информационным системам участников кооперации, – мало нагружены.

4. Проектируемое решение не имеет изолированных или трудно-достижимых компонент, что положительно характеризует его устойчивость.

Заключение

Основным результатом исследования является построенная модель интегральной оценки эффективности внутриотраслевой кооперации на базе экспертных оценок и метода анализа иерархий Саати. Описана бизнес-логика интеграционного процесса и процесса осуществления расчетов, приведено концептуальное и логическое проектирование, сформирован состав исходных данных для проектирования контракта взаимодействия. Также в рамках статьи осуществлено архитектурное проектирование на физическом уровне, предложено решение по программной поддержке интеграционного процесса с учетом особенностей организаций кооперативного типа. Проведена оценка устойчивости ИТ-решения на основании смешанного графа и комплексной матричной оценки ИТ-решения.

Предложенное решение по организации интеграционного процесса позволяет осуществлять интегральную оценку эффективности кооперации в режиме *real-time-enterprise*, а также удовлетворяет потенциалу масштабирования коопераций и в разы сокращает объем задублированных функций. Таким образом, предложенное в статье ИТ-решение обеспечивает потенциал роста финансовой и организационной эффективности, а также рост качества управленческих решений в части развития коопераций в оборонно-промышленном комплексе.

Список литературы

1. Ситников С.Е. Организация инновационного производства на предприятиях оборонно-промышленного комплекса // Научный вестник ОПК России. – 2014. – № 2.
2. Родригес Пендас А.А. Стратегические цели развития производственно-технологического потенциала организаций оборонно-промышленного комплекса // Научный вестник ОПК России. – 2018. – № 2.
3. Казьмина И.В. Реинжиниринг в системе совершенствования организации производства предприятий оборонно-промышленного комплекса // Инновационная наука. – 2018. – № 1.
4. Родригес Пендас А.А. Комплексный анализ эффективности использования производственно-технологического оборудования организаций оборонно-промышленного комплекса // Научный вестник ОПК России. – 2017. – № 4.

5. Жаринов И.О. Диверсификация компаний оборонно-промышленного комплекса в институциональных условиях цифровизации российской экономики // Вестник БГУ. Экономика и менеджмент. – 2021. – № 3.
6. Бакулина А.А. Необходимость регулирования единой системы цифрового управления в оборонно-промышленном комплексе: возможности и угрозы // Образование и право. – 2018. – №9.
7. Мазур М.Ю. Цифровая экономика – вызов для оборонно-промышленного комплекса // Государственное управление. Электронный вестник. – 2018. – №71.
8. Агеев А.Б. Проблемы цифровизации предприятий ОПК: импортозамещение, меры господдержки // Научный вестник ОПК России. – 2019. – №2.
9. Волков В.И., Голубев С.С., Щербаков А.Г. Цифровая трансформация как новый формат инновационно-технологической политики, реализуемой на предприятиях ОПК // Научный вестник ОПК России. – 2018. – № 3.
10. Хачатурян А.А., Петров Д.М. Проблемы создания интегрированных структур кластерного типа в оборонно-промышленном комплексе // Национальные интересы: приоритеты и безопасность. – 2013. – №21.
11. Агафонов А.Н., Гуров А.А., Зайцев И.И. Проблемы управления процессами интеграции и реструктуризации в оборонно-промышленном комплексе // Новый университет. Серия: Экономика и право. – 2013. – №10 (32).
12. Гаджиметов Б.Э., Шукин О.С. Трансформация структур интегрированных предприятий оборонно-промышленного комплекса // Вестник ВГУ. Серия: Экономика и управление. – 2017. – №4.
13. Титов О.А., Цветцых А.В., Данильченко Ю.В. Модель проектирования вертикально интегрированной корпоративной структуры оборонно-промышленного комплекса // Менеджмент социальных и экономических систем. – 2017. – №4 (8).
14. Батьковский М.А., Кравчук П.В., Судаков В.А. Информационная система управления диверсификацией интегрированных структур оборонно-промышленного комплекса // Бюллетень науки и практики. – 2020. – №1.
15. Давыдов Д.М. Особенности обеспечения информационной безопасности инновационной деятельности предприятий оборонно-промышленного комплекса // Инновации и инвестиции. – 2019. – №10.
16. Пахомов М.В. Решение проблемных моментов функционирования предприятий одной отрасли ОПК с помощью ЕИП // Вестник науки. – 2019. – №12 (21).
17. Ситников С.Е. Инструменты принятия решений предприятиями и корпорациями оборонно-промышленного комплекса // Россия: тенденции и перспективы развития. – 2017. – №12-2.

18. Пахомов М.В. Концепция ЕИП с точки зрения инфокоммуникационных технологий. Разработка структуры системы связи ЕИП для предприятия ОПК // Вестник науки. – 2019. – №12 (21).

19. Ерошин С.Е. Формирование подходов к совершенствованию информационных систем поддержки принятия решений // Инновации и инвестиции. – 2021. – №10.

20. Черкашина А.С., Гильц Н.Е. Использование автоматизированных информационных систем на предприятиях ОПК России // Решетневские чтения. – 2018.

21. Раткин Л.С. Применение технологий непрерывной информационной поддержки жизненного цикла продукции, компьютерного проектирования программных систем, оперативной аналитической обработки данных и обработки транзакций при создании сложных вычислительных комплексов // Россия: тенденции и перспективы развития. – 2021. – №16-2.

22. ГОСТ Р 57100-2016/ISO/IEC/IEEE 42010:2011. – М., 2016.

23. Гусарова Н.Ф., Добренко Н.В. Теория систем и системный анализ. – СПб: Университет ИТМО, 2019. – 84 с.

References

1. Sitnikov S.E. Organizaciya innovacionnogo proizvodstva na predpriyatiyah oboronno - promyshlennogo kompleksa [Organization of innovative production at enterprises of the military - industrial complex] // Nauchnyj vestnik OPK Rossii. 2014. №2.

2. Rodrigues Pendas A.A. Strategicheskie celi razvitiya proizvodstvenno-tekhnologicheskogo potentsiala organizacij oboronno-promyshlennogo kompleksa [Strategic targets of the production and technological potential development in the organizations of the military-industrial complex] // Nauchnyj vestnik OPK Rossii. 2018. №2.

3. Kaz'mina I.V. Reinzhiniring v sisteme sovershenstvovaniya organizacii proizvodstva predpriyatij oboronno-promyshlennogo kompleksa [Reengineering in the production system improving in the military-industrial complex enterprises]// Innovacionnaya nauka. 2018. №1.

4. Rodrigues Pendas A.A. Kompleksnyj analiz effektivnosti ispol'zovaniya proizvodstvenno-tekhnologicheskogo oborudovaniya organizacij oboronno-promyshlennogo kompleksa [Comprehensive efficiency analysis of production and technological equipment use throughout military-industrial complex organizations] // Nauchnyj vestnik OPK Rossii. 2017. №4.

5. ZHarinov I.O. Diversifikaciya kompanij oboronno-promyshlennogo kompleksa v institucional'nyh usloviyah cifrovizacii rossijskoj ekonomiki [Military-industrial complex companies diversification in the institutional conditions of

digitalization of the Russian economy]// Vestnik BGU. Ekonomika i menedzhment. 2021. №3.

6. Bakulina A.A. Neobhodimost' regulirovaniya edinoj sistemy cifrovogo upravleniya v oboronno-promyshlennom komplekse: vozmozhnosti i ugrozy [The need to regulate a unified digital control system in the military-industrial complex: opportunities and threats] // Obrazovanie i pravo. 2018. №9.

7. Mazur M. Yu. Cifrovaya ekonomika – vyzov dlya oboronno-promyshlennogo kompleksa [Digital economy – a challenge for the military-industrial complex] // Gosudarstvennoe upravlenie. Elektronnyj vestnik. 2018. №71.

8. Ageev A.B. Problemy cifrovizacii predpriyatij OPK: importzameshchenie, mery gospodderzhki [Problems of defense industry enterprises digitalization: import substitution, state support measures] // Nauchnyj vestnik OPK Rossii. 2019. №2.

9. Volkov V.I., Golubev S.S., SHCHerbakov A.G. Cifrovaya transformaciya kak novyj format innovacionno-tekhnologicheskoy politiki, realizuemoj na predpriyatiyah OPK [Digital transformation as a new format of innovation and technology policy implemented at defense industry enterprises] // Nauchnyj vestnik OPK Rossii. 2018. №3.

10. Hachaturyan A.A., Petrov D.M. Problemy sozdaniya integrirovannyh struktur klaster'nogo tipa v oboronno-promyshlennom komplekse [Problems of creating integrated cluster-type structures in the military-industrial complex] // Nacional'nye interesy: priority i bezopasnost'. 2013. №21.

11. Agafonov A.N., Gurov A.A., Zajcev I.I. Problemy upravleniya processami integracii i restrukturizacii v oboronno-promyshlennom komplekse [Problems of integration and restructuring processes management in the military-industrial complex]// Novyj universitet. Seriya «Ekonomika i pravo». 2013. №10 (32).

12. Gadzhimetov B.E., SHCHukin O.S. Transformaciya struktur integrirovannyh predpriyatij oboronno-promyshlennogo kompleksa [Transformation of the integrated defense complex enterprises structure] // Vestnik VGU. Seriya: Ekonomika i upravlenie. 2017. №4.

13. Titov O.A., Cvetcyh A.V., Danil'chenko Yu.V. Model' proektirovaniya vertikal'no integrirovannoj korporativnoj struktury oboronno-promyshlennogo kompleksa [The model design for a defense complex vertically integrated corporate structure] // Menedzhment social'nyh i ekonomicheskikh sistem. 2017. №4 (8).

14. Bat'kovskij M.A., Kravchuk P.V., Sudakov V.A. Informacionnaya sistema upravleniya diversifikaciej integrirovannyh struktur oboronno-promyshlennogo kompleksa [Information system for the integrated structures of the military-industrial complex diversification management]// Byulleten' nauki i praktiki. 2020. №1.

15. Davydov D.M. Osobennosti obespecheniya informacionnoj bezopasnosti innovacionnoj deyatel'nosti predpriyatij oboronno-promyshlennogo kompleksa

[Features of ensuring information security of innovative activities in the military-industrial complex enterprises] // *Innovacii i investicii*. 2019. №10.

16. Pahomov M.V. Reshenie problemnyh momentov funkcionirovaniya predpriyatij odnoj otrasli OPK s pomoshch'yu EIP [Solving the problematic aspects of the functioning of enterprises of one branch of the defense industry with the help of the EIP] // *Vestnik nauki*. 2019. №12 (21).

17. Sitnikov S.E. Instrumenty prinyatiya reshenij predpriyatiyami i korporaciyami oboronno-promyshlennogo kompleksa [Decision-making tools for enterprises and corporations of the military-industrial complex] // *Rossiya: tendencii i perspektivy razvitiya*. 2017. №12-2.

18. Pahomov M.V. Konceptiya EIP s tochki zreniya infokommunikacionnyh tekhnologij. Razrabotka struktury sistemy svyazi EIP dlya predpriyatiya OPK [The concept of the EIP from the point of view of infocommunication technologies. Development of the structure of the EIP communication system for the defense industry enterprise] // *Vestnik nauki*. 2019. №12 (21).

19. Eroshin S.E. Formirovanie podhodov k sovershenstvovaniyu informacionnyh sistem podderzhki prinyatiya reshenij [Forming of improving information systems for decision support approaches] // *Innovacii i investicii*. 2021. №10.

20. Cherkashina A.S., Gil'c N.E. Ispol'zovanie avtomatizirovannyh informacionnyh sistem na predpriyatiyah OPK Rossii // *Reshetnevskie chteniya*. 2018. №.

21. Ratkin L.S. Primenenie tekhnologij nepreryvnoj informacionnoj podderzhki zhiznennogo cikla produktsii, komp'yuternogo proektirovaniya programnyh sistem, operativnoj analiticheskoy obrabotki dannyh i obrabotki tranzaktsij pri sozdanii slozhnyh vychislitel'nyh kompleksov [Technologies application for continuous information support of the product lifecycle, computer-aided design of software systems, operational analytical data processing and transaction processing in the creation of complex computing systems] // *Rossiya: tendencii i perspektivy razvitiya*. 2021. №16-2.

22. GOST R 57100-2016 [SIST R 57100-2016]/ISO/IEC/IEEE 42010:2011

23. Gusarova N.F., Dobrenko N.V. Teoriya sistem i sistemnyj analiz [Systems theory and system analysis]. – Spb: Universitet ITMO, 2019. – 84 s.

Сведения об авторах

Коцюба Игорь Юрьевич (Санкт-Петербург, Россия) – кандидат технических наук, доцент, факультет технологического менеджмента и инноваций, Университет ИТМО (197101, Санкт-Петербург, Кронверкский проспект, 49, литер А, e-mail: ikotciuba@itmo.ru).

Володикова Евгения Олеговна (Санкт-Петербург, Россия) – магистрант, факультет технологического менеджмента и инноваций, Университет ИТМО (197101, Санкт-Петербург, Кронверкский проспект, 49, литер А, e-mail: volodikova@outlook.com).

About the authors

Igor Yu. Kotsyuba (Saint Petersburg, Russia) – Ph.D. in Technology, Associate Professor, Faculty of Technological Management and Innovation, ITMO University (bldg. A, 49, Kronverksky Ave., St. Petersburg, 197101, e-mail: ikotciuba@itmo.ru).

Evgeniya O. Volodikova (Saint Petersburg, Russia) – Master D., Faculty of Technological Management and Innovation, ITMO University (bldg. A, 49, Kronverksky Ave., St. Petersburg, 197101, e-mail: volodikova@outlook.com).

Библиографическое описание статьи согласно ГОСТ Р 7.0.100–2018:

Коцюба, И. Ю. Методы организации интеграционного взаимодействия участников отраслевой кооперации посредством проектирования архитектурного ИТ-решения / И. Ю. Коцюба, Е. О. Володикова. – текст : непосредственный. – DOI: 10.15593/2499-9873/2022.3.05 // Прикладная математика и вопросы управления / Applied Mathematics and Control Sciences. – 2022. – № 3. – С. 91–107.

Цитирование статьи в изданиях РИНЦ:

Коцюба, И. Ю. Методы организации интеграционного взаимодействия участников отраслевой кооперации посредством проектирования архитектурного ИТ-решения / И. Ю. Коцюба, Е. О. Володикова // Прикладная математика и вопросы управления. – 2022. – № 3. – С. 91–107. – DOI: 10.15593/2499-9873/2022.3.05

Цитирование статьи в references и международных изданиях

Cite this article as:

Kotsyuba I.Y., Volodikova E.O. IT architecture solutions for industry based cooperation's integration support. *Applied Mathematics and Control Sciences*, 2022, no. 3, pp. 91–107. DOI: 10.15593/2499-9873/2022.3.05 (*in Russian*)

Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Вклад авторов. Все авторы сделали равный вклад в подготовку публикации.

Поступила: 10.04.2022

Одобрена: 20.04.2022

Принята к публикации: 01.09.2022