


На правах рукописи



ЛЁВИНА АНАСТАСИЯ ИВАНОВНА

**Теория и методология интеграции операционных, информационных и
управленческих технологий в модели архитектуры предприятия**

Специальность 08.00.13 – Математические и инструментальные методы
экономики

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
доктора экономических наук

Научный консультант –
доктор экономических
наук, профессор
Ильин Игорь Васильевич

Санкт-Петербург – 2020

Работа выполнена в Федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего образования «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого»

- Научный консультант: Доктор экономических наук, профессор
Ильин Игорь Васильевич
- Официальные оппоненты: **Тельнов Юрий Филиппович** – доктор экономических наук, профессор, заведующий кафедрой прикладной информатики и информационной безопасности, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский экономический университет имени Г.В. Плеханова»
- Луценко Евгений Вениаминович** – доктор экономических наук, профессор, профессор кафедры компьютерных технологий и систем, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина»
- Анисимов Евгений Георгиевич** – доктор технических наук, профессор, профессор кафедры таможенного дела, Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Российский университет дружбы народов» (РУДН)
- Ведущая организация: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский университет «МЭИ»

Защита состоится 24 декабря 2020 года в 14:00 на заседании объединенного диссертационного совета Д 999.056.02 на базе ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого», ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский университет ИТМО» по адресу: 195251, Санкт-Петербург, ул. Политехническая, д.29, 3 учебный корпус, 506 ауд.

С диссертацией можно ознакомиться в Фундаментальной библиотеке СПбПУ и на сайте ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого» <http://www.spbstu.ru>, в библиотеке ИТМО и на сайте ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский университет ИТМО» <http://www.ifmo.ru>.

Автореферат разослан «__» _____ 2020 года.

Ученый секретарь диссертационного совета,
доктор экономических наук, доцент



О.В. Калинина

I. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы диссертационного исследования. Современные технологии управления, поддерживаемые информационно-технологическими (далее – ИТ) и цифровыми технологиями, не только повышают эффективность существующих процессов компании, но и предоставляют новые инструменты для управления бизнесом. В то же время деятельность предприятия основана на операционных технологиях, которые определяют, как предприятие производит свои ключевые продукты. Применительно к предприятиям т.н. реального сектора экономики, часто основное внимание уделяют технологиям реализации основной деятельности (операционным технологиям), забывая о технологиях управления. В результате независимо, несинхронизированно и в отсутствие комплексного руководства создаются материальная инфраструктура, автоматизированные системы и система управления бизнесом, что приводит к несогласованности этих ключевых внутренних источников конкурентного преимущества.

В условиях современных тенденций на цифровизацию деятельности предприятий недооценка роли ИТ-архитектуры и необходимости её проектирования на ранних стадиях создания предприятия может быть губительна для бизнеса. Критичную роль в этом процессе играет параллельная и согласованная (с самых ранних стадий проектирования) разработка и внедрение операционно-технологической, ИТ- и бизнес-составляющих создаваемого или модернизируемого предприятия. Существующие в настоящее время подходы, используемые при автоматизации предприятий, в том числе и зафиксированные в международных и отечественных стандартах, либо фокусируются на организации отдельных проектов внедрения элементов ИТ-архитектуры, либо, если и упоминают о необходимости использования системного подхода, то не дают конкретных методологий для реализации стратегических установок предприятия в ИТ-архитектуре.

Актуальной является задача развития существующих положений дисциплины «Архитектура предприятия» в части разработки методологии проектирования ИТ-архитектуры как части комплексной архитектурной модели предприятия, интегрирующей операционные, информационные и управленческие технологии с целью повышения эффективности реализации процессов предприятия.

Степень разработанности проблемы. Научными исследованиями в области развития теоретических положений и методологических основ моделирования социально-экономических систем, систем управления, в том числе с использованием ИТ, занимались отечественные и зарубежные учёные, среди которых следует отметить труды Алдеи А. и Якобс М. (Нидерланды), Бахтизина А.Р. (Россия), Беккера Й. (Германия), Дли М.И. (Россия), Емельянова А.А. (Россия), Зараменских Е.П. (Россия), Ильина И.В. (Россия), Ильюшина Ю.В. (Россия), Калянова Н.Г. (Россия), Качалова Р.М. (Россия), Клейнера Г.Б. (Россия), Кондратьева В. (Россия), Ланкхорста М. (Нидерланды), Ларичкина Ф.Д. (Россия), Макарова В.Л. (Россия), Опт Ланда М. (Нидерланды), Репина В.В. (Россия), Тельнова Ю.Ф. (Россия), Трофимова В.В. (Россия), Хаммера М.

(США), Хугерворста Дж. (Нидерланды), Чампи Дж. (США), Череповицына А.Е. (Россия).

К исследователям, заложившим основы автоматизации предприятий, нашедших практическое применение, относятся Бадтиев Б.П. (Россия), Барабанова М.И. (Россия), Беккер Й. (Германия), Дли М.И. (Россия), Емельянов А.А. (Россия), Зараменских Е.П. (Россия), Ильин И.В. (Россия), Калянов Н.Г. (Россия), Крёнке Д.М. (США), Ланкхорст М. (Нидерланды), Опарин В.Н. (Россия), Русин Е.П. (Россия), Тапсиев А.П. (Россия), Тельнов Ю.Ф. (Россия), Фрейдин А.М. (Россия), Халин В.Г. (Россия).

Большой вклад в исследования и систематизацию лучших практик в области комплексного проектирования систем управления на базе архитектуры предприятия, внедрение информационно-коммуникационных систем и технологий в систему управления предприятий и в разработку подходов к управлению отдельными элементами архитектуры предприятия внесли различные институциональные объединения, отраслевые консорциумы, профессиональные сообщества и компании, среди которых AXELOS, Gartner Group, IEC, IEEE, IBM, Microsoft, PMI, SAP AG, The Open Group.

Однако вопросы разработки методологических основ проектирования системы управления производством и предприятием как бизнес-системой и соответствующей ей ИТ-архитектуры, интегрированной в материальной инфраструктурой предприятия, остаются недостаточно исследованными.

Цель исследования – научное обоснование, разработка и развитие теоретико-методологических положений и методических рекомендаций по проектированию и развитию архитектуры и ИТ-архитектуры предприятий в условиях цифровой трансформации на основе интеграции операционных, информационных и технологий управления и встраивание этих положений в язык моделирования и инструментальное средство моделирования архитектуры предприятия для повышения обоснованности решений при управлении предприятиями.

В соответствии с целью в работе поставлены следующие логически взаимосвязанные **научные задачи**:

1. описать класс предприятий, предъявляющих специфические требования к методологии проектирования и развития архитектуры предприятия в виду особой сложности материальной инфраструктуры производства, дать определение и характеристику этому классу предприятий, уточнить понятийный аппарат дисциплины «архитектура предприятия» в применении к этому классу предприятий, выявить ограничения существующих подходов к проектированию и развитию архитектуры предприятия применительно к этому классу предприятий (далее – инфраструктурноёмкие предприятия);

2. сформировать теоретические представления о комплексном подходе к эффективному управлению предприятиями в условиях цифровой трансформации на базе концепции архитектуры предприятия;

3. проанализировать требования действующей нормативной документации для создания предприятий и выявить «узкие места» в области

требований к системам управления, включая автоматизированные;

4. проанализировать существующие подходы к проектированию ИТ-архитектуры предприятий, в том числе зафиксированные в отечественных и международных стандартах и сборниках лучших практик;

5. систематизировать нормативную базу по проектированию систем управления предприятиями, в том числе с использованием ИКТ;

6. разработать мета-модель архитектуры инфраструктурноёмких предприятий;

7. разработать методологию проектирования архитектуры инфраструктурноёмких предприятий на основе интеграции операционных, информационных и управленческих технологий;

8. разработать методологию проектирования ИТ-архитектуры инфраструктурноёмких предприятий и её элементов;

9. разработать требования к языку моделирования архитектуры предприятия и к инструменту моделирования архитектуры предприятия в соответствии с потребностями моделирования архитектуры инфраструктурноёмких предприятий;

10. разработать структуру проекта по созданию инфраструктурноёмких предприятий, включая структуру этапов проекта, модель распределения ролей и ответственностей в проекте и методику применения нормативной и регламентирующей документации на разных этапах проекта;

11. предложить методику оценки эффективности проектов реализации ИТ-архитектуры инфраструктурноёмких предприятий;

12. в качестве отраслевой адаптации разработанной методологии предложить референтную (эталонную отраслевую) модель функциональной структуры горнодобывающего предприятия, интегрирующую технологии управления и операционные технологии отрасли и служащей основой для последующего формирования архитектуры используемых информационных систем и технологий.

Объект исследования – инфраструктурноёмкие предприятия, внедряющие системы эффективного управления бизнесом, в том числе с использованием современных ИКТ.

Предмет исследования – процессы информационного обмена в ходе осуществления хозяйственной деятельности инфраструктурноёмких предприятий.

Рабочая гипотеза расшифровывается в научных предположениях о том, что:

- интеграция операционных, информационных и управленческих технологий в рамках единой модели архитектуры предприятия создаст предпосылки для эффективной и ускоренной цифровой трансформации предприятий;

- интеграция операционных, информационных и управленческих технологий в рамках единой модели архитектуры предприятия позволит

повысить эффективность проектов по созданию и развитию архитектуры и ИТ-архитектуры предприятия (с точки зрения сокращения расходов и сокращения инвестиционного цикла создания таких предприятий);

- параллельное и взаимоувязанное содержательно и хронологически проектирование объектов инфраструктуры инфраструктурноёмких предприятий и разработка системы управления, включающей ИТ-архитектуру как неотъемлемую часть, на вновь создаваемом предприятии создаст предпосылки эффективного функционирования и устойчивого развития предприятия.

Теоретическая и методологическая база диссертации – результаты исследований отечественных и зарубежных учёных и практикующих специалистов, сборники лучших практик, нормативная и регламентирующая документация по проблемам проектирования систем управления, бизнес-инжиниринга, проектирования и внедрения информационных систем, автоматизации предприятий, цифровой трансформации экономических систем. При проведении диссертационного исследования использовались общенаучные методы познания, в частности, методы системного подхода к анализу социально-экономических систем, а также методы структурного анализа и моделирования.

Информационную базу исследования составили труды зарубежных и отечественных ученых и практикующих специалистов, а также сборники лучших практик в области проектирования, внедрения и развития комплексных архитектурных решений, систем управления и автоматизации предприятия. Доказательность положений, выносимых на защиту, достоверность выводов и рекомендаций определяется рабочей документацией инфраструктурноёмких предприятий, экспертными оценками и авторскими расчётами. При проведении научного исследования использовались результаты авторского анализа деятельности отечественных инфраструктурноёмких предприятий различных отраслей и проектных институтов по проектированию инфраструктурноёмких предприятий. Обследование проводилось в период с 2012 по 2019 годы.

Нормативно-правовую основу диссертационного исследования составили федеральные законодательные, нормативные акты и государственные стандарты, касающиеся регулирования деятельности в области проектирования предприятий различных отраслей, разработки и внедрения систем управления и внедрения автоматизированных систем управления.

На защиту выносятся следующие результаты, полученные лично автором и определяющие научную новизну и значимость исследования:

В области теории:

- 1) обоснована необходимость выделения особого класса предприятий («инфраструктурноёмкие предприятия») в условиях цифровой трансформации, введено понятие инфраструктурноёмкого предприятия, даны его характеристики;

2) уточнены отдельные категории процессного менеджмента и архитектуры предприятия для целей повышения качества анализа экономических процессов и систем и определена роль операционных технологий в формировании архитектуры и ИТ-архитектуры предприятий;

3) развиты теоретические представления об элементном составе и структурных взаимосвязях архитектуры предприятия: обосновано дополнение существующих моделей архитектуры предприятия группой элементов, отражающих требования операционных технологий, определены взаимосвязи и взаимозависимости этой группы элементов с другими элементами архитектуры предприятия;

4) добавлен принципиально новый аспект в состав архитектуры предприятия – аспект информационной безопасности, являющийся неотъемлемым фактором, определяющим выбор информационных технологий в условиях цифровой трансформации бизнеса;

5) сформирована мета-модель архитектуры предприятия, интегрирующая операционные, информационные и управленческие технологии в рамках единой модели;

6) предложена референтная (эталонная отраслевая) модель функциональной структуры горнодобывающих предприятий;

В области методологии:

7) разработана методология проектирования архитектуры инфраструктурноёмких предприятий, включающая как неотъемлемый элемент технологические процессы и интеллектуальную технологическую инфраструктуру и обеспечивающая согласованное содержательно и хронологически проектирование элементов бизнес-архитектуры, ИТ-архитектуры, технологической архитектуры и ИТ-инфраструктуры.

8) разработана методология проектирования ИТ-архитектуры инфраструктурноёмких предприятий, основанная на архитектурном подходе и учитывающая требования действующих стандартов в области проектирования автоматизированных систем управления (ГОСТы серии 34);

В области инструментов и методики:

9) разработаны предложения по развитию языка и инструмента моделирования архитектуры предприятия Archimate в части элементов, относящихся к операционным технологиям и взаимосвязанным с ними элементами архитектуры инфраструктурноёмких предприятий;

10) разработаны предложения по развитию языка и инструмента моделирования архитектуры предприятия Archimate в части новых архитектурных представлений, предложенных в виде мета-моделей отдельных аспектов внутреннего устройства архитектуры предприятия;

11) разработана методика организации и управления проектом проектирования и внедрения архитектуры предприятия и её элементов, включая структуру этапов проекта, организационную структуру проекта и модель распределения ролей и ответственностей;

12) разработана методика применения нормативной и регламентирующей документации, отечественных и международных

стандартов и сборников лучших практик в области проектирования архитектуры предприятия и её элементов в проектах разработки и развития архитектуры предприятия;

13) предложены методы и модели оценки эффективности проектов комплексного внедрения ИТ-архитектуры предприятия;

В области практики:

14) разработана структура и содержание технического задания на создание автоматизированной системы (любого класса), базирующийся на структуре разделов технического задания согласно ГОСТ 34.602 и содержательно коррелирующая с архитектурным подходом к проектированию автоматизированных систем.

Теоретическая значимость диссертационного исследования заключается в том, что выделен новый класс предприятий – инфраструктурноёмкие предприятия, – требующий особых подходов к созданию архитектуры предприятия и к внедрению цифровых технологий в виду особой роли операционных технологий в деятельности таких предприятий. Для выделенного класса предприятий разработана методология проектирования архитектуры и ИТ-архитектуры на базе интеграции операционных, информационных и технологий управления; разработанные методологии конкретизированы в мета-моделях, методиках и рекомендациях применительно к инфраструктурноёмким предприятиям. Это вносит существенный вклад в теорию управления предприятиями и теорию разработки автоматизированных систем управления в условиях цифровой трансформации за счёт развития подходов к рациональному применению информационных технологий в решении экономических задач.

Практическая значимость определяется возможностью применения разработанных теоретических и методологических подходов на инфраструктурноёмких предприятиях различных отраслей, в компаниях, занимающихся проектированием таких предприятий, в ИТ-компаниях для повышения эффективности управления и обеспечения устойчивого развития бизнеса в условиях конкуренции. Основные положения методологии конкретизированы в референтных моделях функциональной структуры и функционально-ориентированной модели ИТ-архитектуры горнодобывающих предприятий. Предлагаемый теоретический подход дополнен методикой организации проекта по проектированию архитектуры и ИТ-архитектуры инфраструктурноёмких предприятий, а также подходами к оценке эффективности проектов по реализации ИТ-архитектуры инфраструктурноёмких предприятий.

Обоснованность полученных результатов и достоверность научных положений, выводов и рекомендаций, содержащихся в диссертации, обеспечивается использованием современных достижений теории, методологии и практики управления в рассматриваемой области, подтверждается положительной оценкой внедрения результатов в инжиниринговых компаниях и проектных институтах, разрабатывающих интегрированные системы управления для промышленных предприятий.

Диссертация соответствует паспорту специальности 08.00.13 – Математические и инструментальные методы экономики, в частности п. 2.5. Разработка концептуальных положений использования новых информационных и коммуникационных технологий с целью повышения эффективности управления в экономических системах; п. 2.6. Развитие теоретических основ методологии и инструментария проектирования, разработки и сопровождения информационных систем субъектов экономической деятельности: методы формализованного представления предметной области, программные средства, базы данных, корпоративные хранилища данных, базы знаний, коммуникационные технологии.

Апробация и внедрение результатов исследования. Практическая значимость диссертационного исследования состоит в том, что теоретические и методологические выводы доведены до конкретных методических рекомендаций и используются на промышленных предприятиях различных отраслей экономики: проектных институтах и инжиниринговых компаниях, занимающихся технологическим проектированием и проектированием автоматизированных систем управления для инфраструктурноёмких предприятий. Основные положения и результаты работы опубликованы в статьях в ведущих рецензируемых научных журналах и изданиях, рекомендованных ВАК России, и в сборниках научных трудов, включённых в глобальные индексы цитирования Scopus и Web of Science, а также были представлены и получили одобрение в 2012 – 2020 годах на конференциях различного уровня.

Публикации. По теме диссертации опубликована 81 научная работа общим объёмом 122,75 печ. л. (34,45 авт. печ. л.), в том числе 4 монографии объёмом 72,2 пл. (личный вклад автора – 15,5 пл.), 32 статьи, опубликованные в ведущих рецензируемых научных журналах и изданиях, рекомендованных ВАК России, общим объёмом 18 пл. (личный вклад автора – 8,35 пл.), 30 – в журналах и сборниках научных трудов, включённых в глобальные индексы цитирования Scopus и Web of Science, общим объёмом 23 пл. (личный вклад автора – 7,5 пл.), 15 статей в научных сборниках, индексируемых в РИНЦ, общим объёмом 9,55 пл. (личный вклад автора 3,1 пл.). В них полностью отражены научные результаты исследования, составляющие его научную новизну.

Структура, содержание и объём диссертации. Диссертация состоит из введения, четырёх глав, заключения, списка использованной литературы и одного приложения. Во введении сформулированы проблематика и актуальность исследования, дана общая характеристика диссертационного исследования, описаны пункты новизны, приведены данные об апробации и публикациях, представлена логическая схема исследования. В первой главе описано актуальное состояние теории и практики в области проектирования ИТ-архитектуры предприятий, представлены основные предпосылки исследования, уточнены задачи исследования. Во второй главе описаны разработанные методологические положения в части проектирования архитектуры и ИТ-архитектуры инфраструктурноёмких предприятий,

представлена мета-модель архитектуры таких предприятия, предложен сервис-ориентированный подход к согласованию элементов архитектуры предприятия, сформулированы предложения по развитию языка моделирования и инструмента моделирования архитектуры. В третьей главе приведены методические рекомендации по применению разработанной методологии проектирования архитектуры и ИТ-архитектуры инфраструктурноёмких предприятий в части: методики организации проекта по внедрению комплексной ИТ-архитектуры, методики применения стандартизирующей и регламентирующей документации при проектировании архитектуры и её элементов, подхода к оценке эффективности от внедрения комплексных ИТ-решений. В четвёртой главе описывается пример адаптации разработанной методологии проектирования ИТ-архитектуры инфраструктурноёмких предприятий к проектированию ИТ-архитектуры горнодобывающих предприятий, приводится референтная модель систематизирующей схемы процессов горнодобывающего предприятия, функционально-ориентированная модель информационных систем горнодобывающего предприятия. В заключении формулируются выводы по результатам исследования.

II. ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ И ВЫВОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

1. Обоснована необходимость выделения особого класса предприятий («инфраструктурноёмкие предприятия») в условиях цифровой трансформации и интеграции объектов физической инфраструктуры и информационных технологий, введено понятие инфраструктурноёмкого предприятия, даны его характеристики.

В виду особой комплексности системы управления предприятий, требующих специфических технологий производства продуктов, которые в свою очередь накладывают требования на состав и структуру производственной инфраструктуры, и в связи с недостаточностью существующей методологической базы для проектирования архитектуры таких предприятий, такие предприятия были выделены в отдельный класс – «инфраструктурноёмкие предприятия».

Были уточнены понятия, связанные с инфраструктурой, используемые в настоящем исследовании:

Под *инфраструктурой* будет пониматься определённый базис (комплекс взаимосвязанных обслуживающих структур), обеспечивающий функционирование рассматриваемой системы.

Технологическая инфраструктура (производственная инфраструктура, физическая инфраструктура) – это комплекс взаимосвязанных объектов, обеспечивающих производство основного продукта деятельности предприятия, реализуемого в соответствии с определённой технологией (здания, сооружения, оборудование, материально-технические ресурсы, инженерные сети, транспорт и транспортные коммуникации, предназначенные для осуществления технологических процессов).

Технологические процессы в совокупности с обеспечивающей их реализацию технологической инфраструктурой в дальнейшем будут называться *технологической архитектурой* (в отличие от понятия «технологическая архитектура» в терминологии TOGAF).

ИТ-инфраструктура – это комплекс взаимосвязанных объектов, обеспечивающих функционирование ИТ-архитектуры предприятия, т.е. реализацию сервисов данных и сервисов информационных систем и приложений (ИТ-оборудование, промежуточное программное обеспечение (ПО), СУБД, сети, связь, обработка, стандарты и т. д.). (Аналог понятия «технологическая архитектура» в терминологии TOGAF).

Инфраструктурноёмкие предприятия – такие предприятия, в которых объекты технологической инфраструктуры, обеспечивающие развёртывание и реализацию специфических для данной отрасли технологических процессов и выступающие одним из ключевых факторов создания стоимости конечного продукта, являются интеллектуальными (т.е. участвуют в информационном обмене в качестве элементов сбора, первичной обработки и анализа данных, а также реализуют управляющие воздействия на технологический процесс, генерируемые автоматизированными или цифровыми устройствами этих основных средств или другими информационными системами управления) и должны быть включены в единое информационное пространство предприятия.

Отличительные особенности инфраструктурноёмких предприятий:

1. применение специфической для данной отрасли технологии преобразования входящих ресурсов в готовый продукт;
2. потребность в специализированных основных фондах (зданиях, сооружениях, оборудовании, машинах и др.);
3. интеллектуальная технологическая инфраструктура является одним из ключевых факторов создания стоимости и эффективности предприятия;
4. высокая фондоёмкость;
5. высокая ресурсоёмкость;
6. значительные первоначальные инвестиции в создание предприятия;
7. инертность и высокая стоимость внедрения организационных изменений в силу высокой фондоёмкости;
8. предприятия нацелены на технологическое лидерство и стремятся применять современные передовые производственные, информационно-коммуникационные, цифровые технологии в своей деятельности.

Определение класса инфраструктурноёмких предприятий важно для целей настоящей работы, поскольку такие предприятия обладают особенностями проектирования архитектуры и ИТ-архитектуры предприятия, которые не в полной мере учтены в существующих подходах к проектированию, моделированию и развитию архитектуры предприятия.

2. Уточнены отдельные категории процессного менеджмента и архитектуры предприятия для целей повышения качества анализа экономических процессов и систем и определена роль операционных технологий в формировании архитектуры и ИТ-архитектуры

предприятий.

Для целей настоящей работы утонены следующие определения:

Технологический процесс – это совокупность взаимосвязанных видов деятельности, направленная на создание по определённой технологии продукта, способного выполнять своё функциональное предназначение.

Производственный процесс – совокупность взаимосвязанных технологических, вспомогательных и естественных процессов, направленных на изготовление определенных видов продукции в заданном количестве и заданного свойства, в заданном качестве и ассортименте в определённые сроки.

Бизнес-процесс – это устойчивая, целенаправленная совокупность взаимосвязанных видов деятельности, направленная на создание потребительской ценности производимого продукта.

Технологии управления – совокупность приёмов, способов и методов реализации функции управления на предприятии, включая генерацию информации, необходимой для принятия управленческих решений, принятие и контроль реализации таких решений.

Операционные технологии (для производственных предприятий – *технологии производства*) – совокупность приёмов, способов и методов реализации основной деятельности предприятия (производства товаров или оказания услуг).

Информационные технологии (также *информационно-коммуникационные технологии, ИТ, ИКТ*) – совокупность приёмов, способов и методов использования автоматизированных средств вычислительной и коммуникационной техники для сбора, хранения, обработки, анализа, передачи и использования данных.

Именно в контексте операционных и информационных технологий можно подчеркнуть важность введения класса инфраструктурноёмких предприятий: это такие предприятия, операционные технологии которых подразумевают использование сложной материально-технической инфраструктуры, которая в условиях автоматизации и цифровизации будет включена в контур информационного обмена предприятия, что вызывает необходимость применения особых подходов к интеграции операционных и информационных технологий.

3. Развиты теоретические представления об элементном составе и структурных взаимосвязях архитектуры предприятия: обосновано дополнение существующих моделей архитектуры предприятия группой элементов, отражающих требования операционных технологий.

Существующие подходы к проектированию и развитию архитектуры предприятия и её элементов (ГОСТы, стандарт TOGAF, онтология Захмана и др.) в явном виде не содержат элементов, связанных с операционными технологиями, и не предлагают методологии по их разработке во взаимосвязи с общим архитектурным решением. Предлагается дополнить существующие представления об архитектуре предприятия срезом, связанным с реализацией операционных технологий (Рис.1). Ключевым звеном нового среза являются

технологические процессы, которые могут объединяться в производственные процессы.

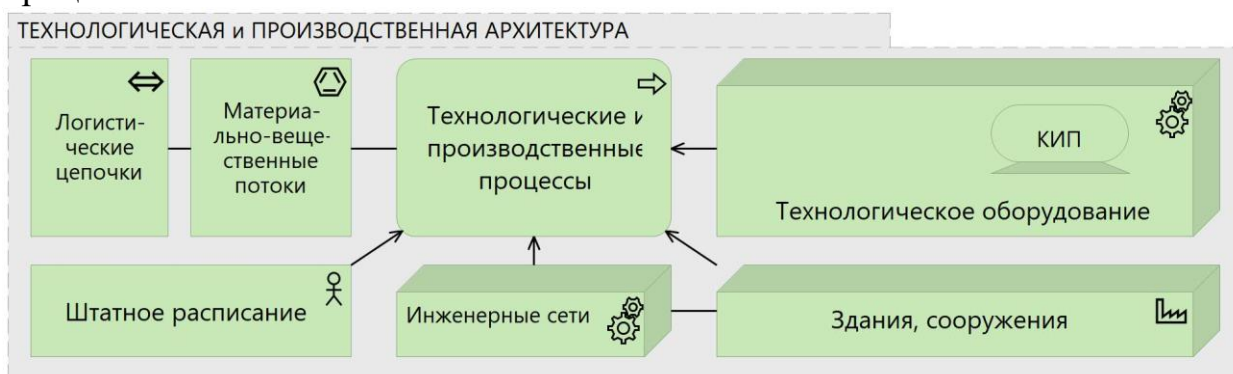


Рисунок 1 – Модель технологической и производственной архитектуры предприятия

4. Добавлен принципиально новый аспект в состав архитектуры предприятия – аспект информационной безопасности, являющийся неотъемлемым фактором, определяющим выбор информационных технологий в условиях цифровой трансформации бизнеса.

Отдельным источником требований к архитектуре информационных систем предприятий являются требования к информационной безопасности таких систем, особенно ужесточившиеся с 2018г. Субъектами критической информационной инфраструктуры в соответствии с Федеральным законом №187-ФЗ от от 26.07.2017г., которым необходимо соблюдать повышенные требования в части обеспечения информационной безопасности, являются предприятия различных отраслей (транспорт, здравоохранение, связь, энергетика и пр.), большинство из которых являются инфраструктурноёмкими. В существующих подходах к проектированию комплексной архитектуры предприятия аспект информационной безопасности не выделяется как фактор проектирования ИТ-архитектуры. Система информационной безопасности оказывает существенное влияние на формируемую архитектуру информационных систем, архитектуру данных, а также ИТ-инфраструктуру (см. Рис.2).

5. Сформирована мета-модель архитектуры предприятия, интегрирующая операционные, информационные и технологии управления в рамках единой модели

Мета-модель архитектуры предприятия, дополненная группой элементов, связанной с технологическими и производственными процессами, а также аспектом информационной безопасности, представлена на Рис.2. В мета-модели выделяются следующие слои: стратегический комплекс; бизнес-архитектура; ИТ-архитектура, включая архитектуру данных и архитектуру информационных систем и приложений; технологическая архитектура; ИТ-инфраструктура. Отдельно в мета-модели выделяется аспект информационной безопасности.

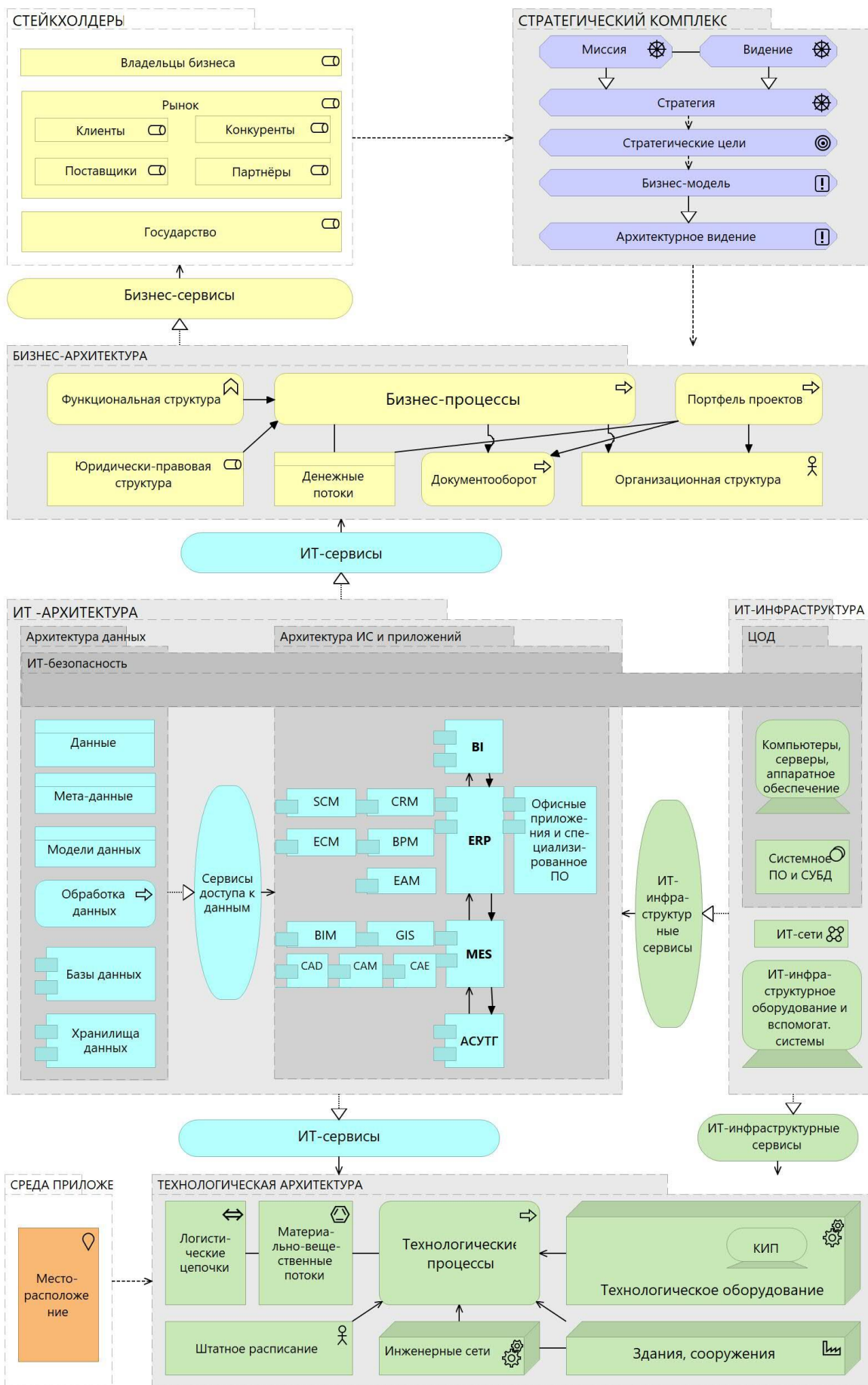


Рисунок 2 – Мета-модель архитектуры инфраструктурноёмких предприятий

Мета-модель, представленная на Рис.2, отражает следующую логику взаимосвязанного проектирования элементов архитектуры («сверху-вниз»):

1. Деятельность любого предприятия как системы заключается в удовлетворении потребностей *внешней среды* за счёт возможностей самой системы;
2. Стратегический слой задаёт целеполагание верхнего уровня, программу действий для бизнеса, трансформированную в итоге в бизнес-модель деятельности, определяющую источники основных конкурентных преимуществ предприятия;
3. Конкретные действия по реализации бизнес-модели описываются в рамках *бизнес-слоя* архитектуры предприятия. Бизнес-процессы являются ключевым элементом бизнес-архитектуры. Система бизнес-процессов предприятия зависит от функциональной структуры деятельности (определяемой отраслевой принадлежностью предприятия). Бизнес-процессы определяют требования к ресурсу по их реализации (организационной структуре), а также определяют структуру денежных потоков;
4. *ИТ-архитектура* включает архитектуру данных и архитектуру информационных систем и приложений, а также предоставляемые ими сервисы. Вкладом настоящей работы в сложившиеся практики формирования ИТ-архитектуры является заключение о том, что проектируемая ИТ-архитектура предприятия должна учитывать в равной степени как требования бизнес-процессов и бизнес-архитектуры в целом, так и технологических процессов и технологической архитектуры в целом;
5. В рамках технологической архитектуры вплоть до недавнего времени рассматривалась исключительно ИТ-инфраструктура, подчёркивалась ИТ-ориентированная роль технологической архитектуры. В настоящей работе *ИТ-инфраструктура* отделена от технологической архитектуры и выделена в отдельный слой, структура которого определяется как ИТ-архитектурой, так и технологической архитектурой.
6. Элементный состав *технологической архитектуры* описан в п.5 настоящего раздела.

6. Разработана методология проектирования архитектуры инфраструктурноёмких предприятий, включающая как неотъемлемый элемент технологические процессы и интеллектуальную технологическую инфраструктуру и обеспечивающая согласованное содержательно и хронологически проектирование элементов бизнес-архитектуры, ИТ-архитектуры, технологической архитектуры и ИТ-инфраструктуры.

В работе предложена методология поэтапного проектирования, внедрения и развития архитектуры предприятия, представляющая собой адаптацию и развитие методологии TOGAF ADM для инфраструктурноёмких предприятий. На Рис.3 (левая часть) представлена исходная модель этапов проектирования и развития архитектуры предприятия согласно TOGAF ADM и модель этапов проектирования и развития архитектуры

инфраструктурноёмких предприятий (правая часть), дополненная двумя существенными для инфраструктурноёмких предприятий этапами жизненного цикла: разработка технологической архитектуры (этап B2) и разработка ИТ-инфраструктуры (этап D).



Рисунок 3 – Методология проектирования архитектуры предприятия: TOGAF ADM (слева) и расширенная версия (справа)

По аналогии и в соответствии с циклом разработки, реализации и развития архитектуры предприятия TOGAF ADM, в предлагаемой методологии проектирования архитектуры инфраструктурноёмких предприятий выделяются следующие этапы (представлено в полном объёме в диссертации):

- Предварительный этап: описывает действия по подготовке к созданию (или развитию) архитектуры предприятия, включая определение принципов формирования архитектуры, применяемые подходы, оценку необходимости адаптации TOGAF ADM;
- Этап А: Архитектурное видение: описывает начальную фазу цикла разработки архитектуры, включая определение масштабов архитектурного проекта, заинтересованных сторон, разработку архитектурного видения и согласование перечисленных элементов;
- Этап B1: Бизнес-архитектура: описывает разработку и развитие бизнес-слоя архитектуры;
- Этап B2: Технологическая архитектура: описывает разработку и развитие технологического слоя архитектуры;
- Этап С: ИТ-архитектура: на этапе реализуется развитие архитектуры информационных систем; состоит из трёх под-этапов: разработка архитектуры данных, разработка архитектуры информационных систем и приложений, разработка системы информационной безопасности;
- Этап D: ИТ-инфраструктура: на этапе реализуется развитие ИТ-инфраструктуры, определяемой ИТ-архитектурой и технологической архитектурой;

- Этап Е: Возможности и решения: осуществляется первоначальное планирование внедрения и определение путей реализации архитектурных решений, сформулированных на предыдущих этапах;
- Этап F: Планирование миграции: на этапе производится планирование перехода от существующей к целевой архитектуре с использованием подробного плана внедрения и миграции;
- Этап G: Управление внедрением: на этапе проводится контроль и мониторинг реализации согласованного архитектурного видения;
- Этап H: Управление изменениями архитектуры: на этапе устанавливаются процедуры управления изменениями в новой архитектуре;
- Управление требованиями: на протяжении всего жизненного цикла архитектуры предприятия реализуется процесс управления требованиями.

Предлагаемая комплексная методология проектирования и развития архитектуры инфраструктурноёмких предприятий содержит описание: принципов проектирования и развития архитектуры инфраструктурноёмких предприятий; понятийного аппарата архитектуры инфраструктурноёмких предприятий; мета-модели архитектуры инфраструктурноёмких предприятий; этапов проектирования и развития архитектуры инфраструктурноёмких предприятий.

7. Разработана методология проектирования ИТ-архитектуры инфраструктурноёмких предприятий, основанная на архитектурном подходе и учитывающая требования действующих стандартов в области проектирования автоматизированных систем управления (ГОСТы серии 34).

В настоящем исследовании разработана методология проектирования ИТ-архитектуры инфраструктурноёмких предприятий, реализуемая с учётом комплексной методологии проектирования архитектуры инфраструктурноёмких предприятий (Рис.3) и дополненная методическими рекомендациями проектирования ИТ-архитектуры предприятий данного класса. Методология сформулирована в виде определённой последовательности этапов (Рис.4).

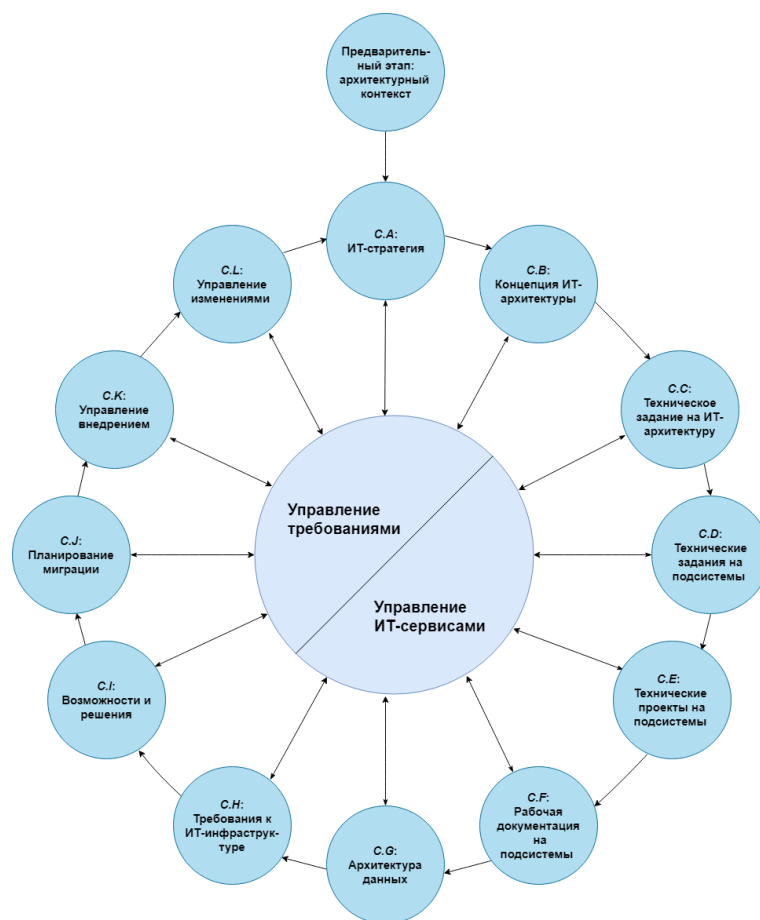


Рисунок 4 – Методология проектирования ИТ-архитектуры инфраструктурноёмких предприятий

В соответствии с описанной выше методологией проектирования архитектуры инфраструктурноёмких предприятий и требованиями действующих стандартов к разработке информационных систем (ГОСТы серии 34), в предлагаемой методологии проектирования ИТ-архитектуры инфраструктурноёмких предприятий выделяются следующие этапы:

- *Предварительный этап*: определение архитектурного контекста;
- *Этап С.А*: Разработка ИТ-стратегии предприятия;
- *Этап С.В*: Разработка концепции ИТ-архитектуры (включая политику в области информационной безопасности);
- *Этап С.С*: Разработка технического задания на создание ИТ-архитектуры;
- *Этап С.Д*: Разработка технических заданий на подсистемы ИТ-архитектуры;
- *Этап С.Е*: Разработка технических проектов на подсистемы ИТ-архитектуры;
- *Этап С.Ф*: Разработка рабочей документации на подсистемы ИТ-архитектуры;
- *Этап С.Г*: Проектирование архитектуры данных;
- *Этап С.Н*: Разработка требований к ИТ-инфраструктуре;
- *Этап С.И*: Возможности и решения;
- *Этап С.Ж*: Планирование миграции ИТ-архитектуры;

- *Эман С.К.*: Управление внедрением ИТ-архитектуры;
- *Эман С.Л.*: Управление изменениями ИТ-архитектуры;
- *Эман С.М.*: Управление требованиями к ИТ-архитектуры;
- *Эман С.Н.*: Управление ИТ-сервисами.

Проектирование ИТ-архитектуры, согласно предлагаемой методологии, должно идти параллельно и взаимосвязано с созданием комплексной архитектурной модели.

8. Разработаны предложения по развитию языка и инструмента моделирования архитектуры предприятия Archimate в части элементов, относящихся к операционным технологиям и взаимосвязанным с ними элементов архитектуры инфраструктурноёмких предприятий.

Существующий язык моделирования архитектуры предприятия Archimate, поддерживающий идеологию TOGAF не содержит всех необходимых элементов для моделирования особенностей реализации операционных технологий, архитектуры данных, аспекта информационной безопасности.

С целью поддержки излагаемой в настоящей работе методологии проектирования ИТ-архитектуры инфраструктурноёмких предприятий, в дополнение к имеющимся возможностям инструментария моделирования, предлагаемого в открытом программном обеспечении по моделированию архитектуры предприятия Archi 4.0, формулируются следующие требования к расширению языка моделирования архитектуры предприятия Archimate:

1. Использовать трактовку категорий элементов инструмента моделирования Archi 4.0 в соответствии с Табл.1;

Таблица 1 – Соответствие слоёв архитектуры предприятия, выделяемых в настоящем исследовании, категориям элементов инструмента моделирования Archi 4.0

Слои архитектуры предприятия в соответствии с настоящим исследованием (см. раздел 2.3)	Категории элементов инструмента моделирования Archi 4.0
Стратегический комплекс	Strategy Motivation
Бизнес-архитектура	Business
ИТ-архитектура: <ul style="list-style-type: none"> • архитектура данных • архитектура информационных систем и приложений 	Application: <ul style="list-style-type: none"> • - • Application
Технологическая архитектура	Physical
ИТ-инфраструктура	Technology

2. Ввести дополнительные элементы в категорию Physical – см. Табл.2:

Таблица 2 – Новые элементы категории Physical

Название элемента	Описание
Исполнитель, исполнительный ресурс (Актор)	сущность, реализующая технологический процесс или функцию
Роль	специфическое поведение, реализуемое исполнителем (-ями)

	слоя Physical в определённом контексте
Технологический процесс	отражает последовательность действий по превращению исходного сырья и материалов в готовый продукт
Технологическая функция	совокупность технологических процессов, сгруппированных по принципу общности применяемых знаний, навыков, ресурсов, для производства ряда продуктов и управляемых из единого источника
Технологическая коллаборация	возможное (временное) объединение двух и более ролей для реализации коллективного поведения в определённом контексте
Технологическое взаимодействие	аналог технологическому процессу или функции, но реализуемый не отдельной ролью, а их коллаборацией
Технологический сервис	элемент функциональности, реализуемый процессом, функцией, коллаборацией для внешних по отношению к ним пользователей
Продукт	обозначает материальный результат реализации технологического процесса
КИП (контрольно-измерительные приборы)	обозначает автоматизированные измерительные приборы, служащие для получения информации о параметрах технологического процесса, состоянии объекта управления, ввода этой информации в системы управления и её дальнейшей обработки
ЛСУ (локальная система управления)	автоматизированные приборы учёта, часто комплектно поставляемые с производственным оборудованием, осуществляющие измерение и управление параметрами технологических процессов, реализуемых на данном оборудовании
Инженерные сети	комплекс коммуникаций, обслуживающий предприятие в части обеспечения основными ресурсами по трубам и проводам

3. Ввести дополнительные элементы в категорию **Application** для моделирования элементов архитектуры данных – см. Табл.3:

Таблица 3 – Новые элементы категории **Application**

Название элемента	Описание
Базы данных	организованная в соответствии с определёнными правилами и поддерживаемая в информационных системах совокупность данных, используемая для удовлетворения информационных потребностей пользователей
Хранилища данных	предметно-ориентированная информационная база данных, специально разработанная и предназначенная для подготовки отчётов и бизнес-анализа с целью поддержки принятия решений в организации
Мета-данные	структурированные данные, представляющие собой характеристики описываемых сущностей для целей их идентификации, поиска, оценки, управления ими
Обработка данных	отражает последовательность действий по обработке и преобразованию данных

4. Ввести дополнительные элементы в категорию **Technology** для моделирования элементов системы обеспечения информационной безопасности – см. Табл.4:

Таблица 4 – Новые элементы категории Technology

Название элемента	Описание
Демилитаризованная зона	сегмент сети, содержащий общедоступные сервисы и отделяющий их от частных

5. Ввести дополнительные элементы в категорию Relationship для моделирования взаимодействия между элементами архитектуры предприятия – см. Табл.5:

Таблица 5 – Новые элементы категории Relationship

Название элемента	Описание
Управление-обратная связь	описывает передачу управляющего сигнала от одного элемента архитектуры предприятия и ответную обратную связь
Обмен данными	описывает передачу данных между элементами ИТ-архитектуры, между элементами ИТ-инфраструктуры, между элементами ИТ- и технологической архитектур

9. Разработаны предложения по развитию языка и инструмента моделирования архитектуры предприятия Archimate в части новых архитектурных представлений, предложенные в виде мета-моделей отдельных аспектов внутреннего устройства архитектуры предприятия.

Для отображения особенностей структуры отдельных слоёв архитектуры в Archimate используются представления – набор элементов из общей модели. Для моделирования архитектуры инфраструктурноёмких предприятий был введён следующий набор представлений, описанных мета-моделями (в полном объёме в диссертации) – см. Табл.6:

Таблица 6 – Новые представления архитектуры предприятия

Название представления	Описание
Функциональная структура информационных систем	предназначено для описания взаимодействия компонентов архитектуры информационных систем и приложений в рамках обеспечения ИТ-поддержки отдельных функций
Организационно-ролевая структура использования информационных систем	предназначено для описания порядка использования и прав доступа к компонентам архитектуры информационных систем и приложений организационными подразделениями и единицами
Технологический процесс	предназначено для верхнеуровневого отображения технологического процесса или нескольких технологических процессов с указанием производимого продукта, материально-вещественных потоков, задействованных при реализации исполнительного ресурса, производственного оборудования и зданий/сооружений
Изготовление продукта	предназначено для верхнеуровневого отображения порядка взаимодействия технологических процессов для изготовления конечного продукта с учётом участвующих исполнителей (акторов) и их объединений
Информационный	описывает взаимодействие между компонентами

обмен технологической архитектуры	информационных систем и приложений и контрольно-измерительными приборами производственного оборудования в части собираемых и передаваемых последними данных о технологических процессах
Материально-вещественные и денежные потоки	описывает взаимодействие между слоями архитектуры предприятия в части отражения данных о технологических процессах в учётной системе предприятия
Сети передачи данных	предназначено для описания системы организации архитектуры сети передачи данных, реализующих принципы информационной безопасности каналов передачи данных
Информационная безопасность	предназначено для описания контура элементов ИТ-архитектуры, входящих в систему обеспечения информационной безопасности и обеспечивающих физический и программный уровни информационной безопасности
Права доступа к данным	предназначено для определения прав доступа к элементам архитектуры данных различных категорий пользователей и организационных единиц
Системы промышленной автоматизации	предназначено для описания взаимосвязи элементов ИТ-архитектуры и технологической архитектуры, входящих в состав систем промышленной автоматизации, и их инфраструктурного обеспечения
Информационный обмен систем промышленной автоматизации	предназначено для верхнеуровневого описания контура информационных систем, приложений, элементов технологической архитектуры, реализующих функционал систем промышленной автоматизации, и сервисного обмена между ними

10. Разработана методика организации и управления проектом разработки и внедрения архитектуры предприятия и её элементов, включая структуру этапов проекта, организационную структуру проекта и модель распределения ролей и ответственностей.

При создании инфраструктурноёмких предприятий масштаб и сложность проектируемых объектов диктуют необходимость их поэтапного проектирования и создания, требуют разнородных компетенций, а потому обуславливают необходимость распределения работ между многими подрядчиками, поставщиками оборудования. Выделяются следующие этапы жизненного цикла инфраструктурноёмкого предприятия: формирование бизнес-идеи и концепции бизнеса, научно-исследовательские работы (НИР), проектно-изыскательские работы (ПИР), комплектация материально-технической базы, строительно-монтажные работы (СМР), пуско-наладочные работы (ПНР), разработка ИТ-архитектуры и её элементов, эксплуатация (сопровождение и сервис), развитие. Часто на практике перечисленные этапы реализуются не согласованно, отдельными подрядчиками, без единого руководства, без следования единой методологии.

Ролевая структура участников проекта и их участие в отдельных этапах проектирования и создания предприятия представлены на Рис.5. Представляется целесообразным общее управление и координацию проекта (программы проектов) предоставить генеральному подрядчику, специализирующемуся в вопросах бизнес-инжиниринга, проектирования

бизнеса, архитектуре предприятия, обладающего отраслевой экспертизой. Такая постановка задачи делает актуальным создание новых бизнес-моделей для бизнес-инжиниринговых компаний: предоставление комплексной услуги проектирования бизнеса «под ключ», включая разработку и создание комплексной архитектуры предприятия и всех её элементов. В настоящий момент в России ниша подобных компаний-интеграторов пуста.

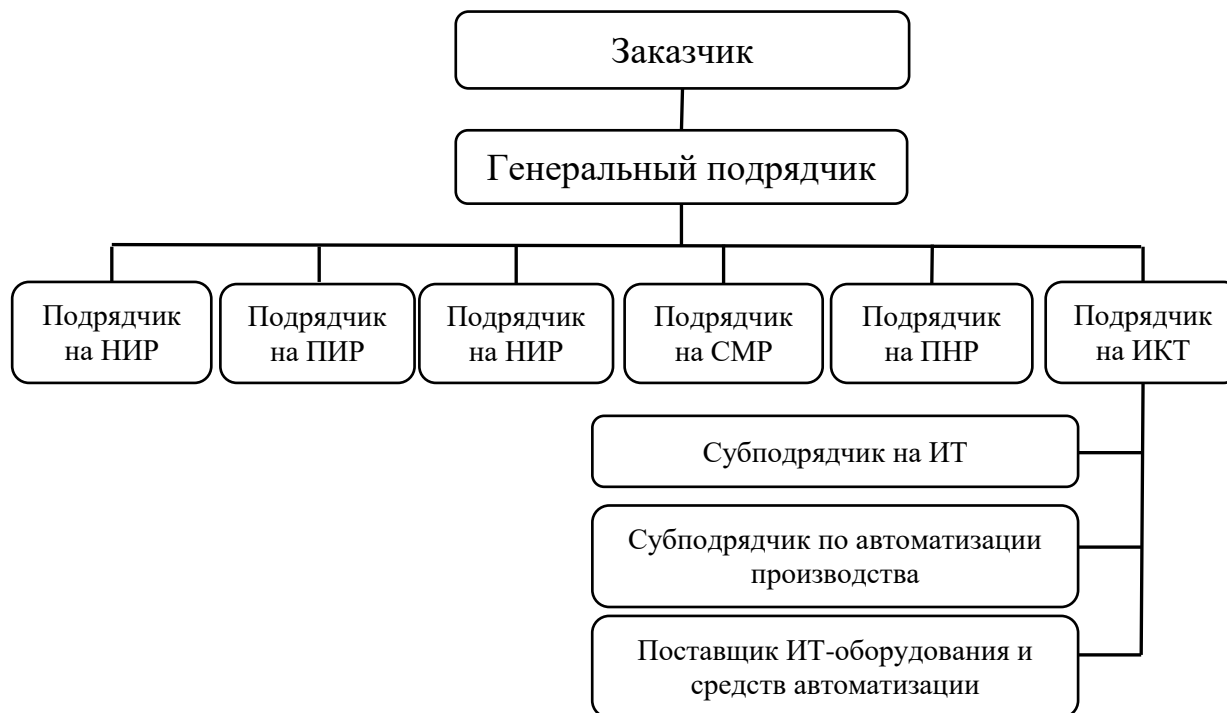


Рисунок 5 – Ролевая структура участников проекта разработки и создания инфраструктурноёмкого предприятия

11. Разработана методика применения нормативной и регламентирующей документации, отечественных и международных стандартов и сборников лучших практик в области проектирования архитектуры предприятия и её элементов в проектах разработки и развития архитектуры предприятия.

В виду отсутствия единого свода документов, регламентирующего инжиниринг и реинжиниринг архитектуры предприятия и её элементов, на Рис.6 отображена методика применения стандартизирующей, регламентирующей и другой нормативной документации, применяющейся разрозненно при проектировании отдельных элементов архитектуры предприятия. Основными пользователями данной модели могут быть «заказчики» и разработчики соответствующих элементов архитектуры предприятия.

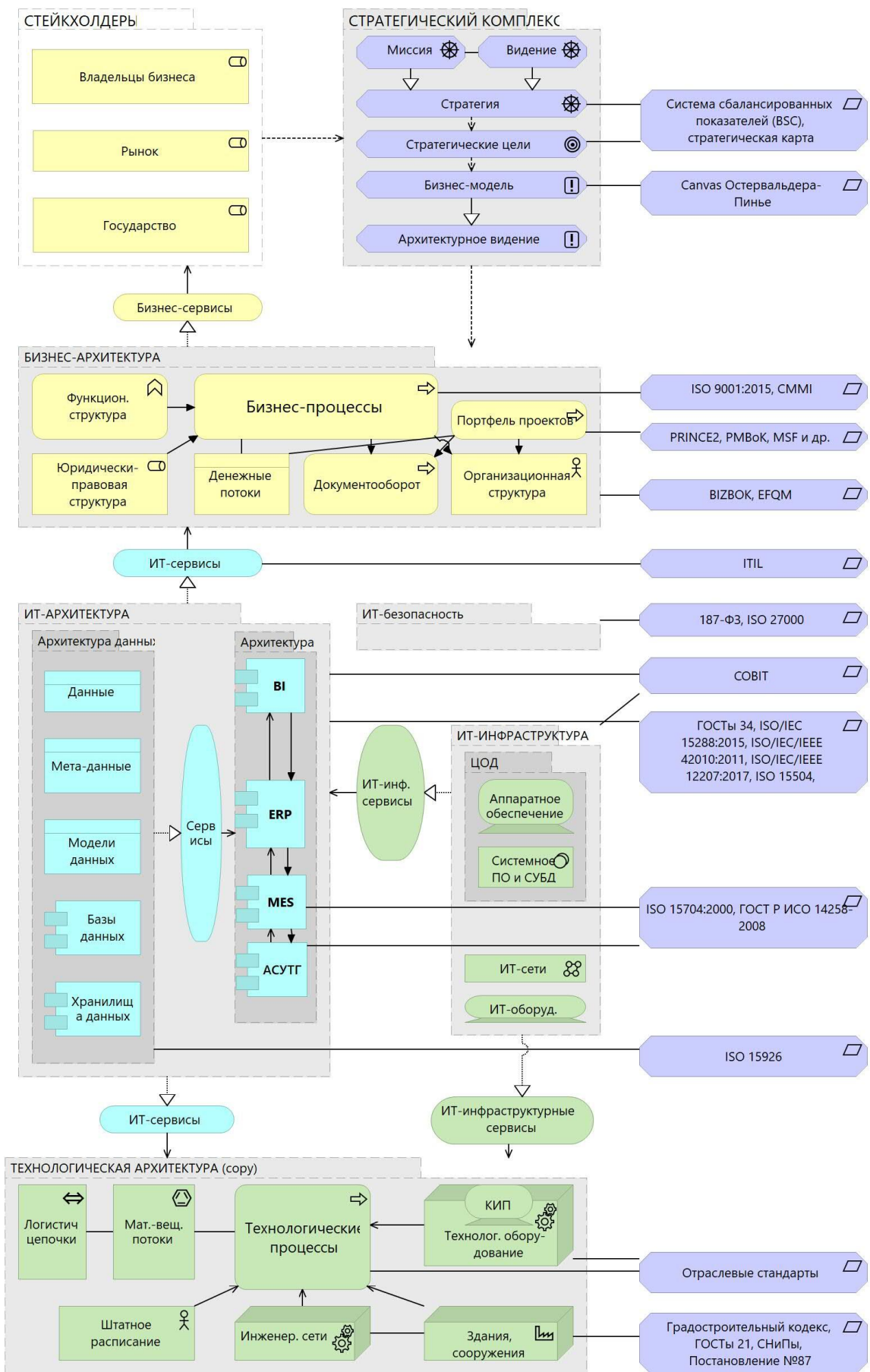


Рисунок 6 – Методика применения регламентирующей и рекомендательной документации по проектированию элементов архитектуры предприятия

12. Предложены методы и модели оценки эффективности проектов комплексного внедрения ИТ-архитектуры предприятия.

По мнению автора, основным эффектом от разработки и внедрения архитектуры предприятия, а также разработки отдельных её элементов в контексте комплексного архитектурного подхода являются приобретаемые предприятием прозрачность бизнеса и мобильность реинжиниринга бизнеса.

В настоящей работе были сформированы следующие подходы к оценке эффективности проектов по реинжинирингу архитектуры предприятия, в т.ч. проектов автоматизации и реинжиниринга ИТ-архитектуры:

- Оценка эффективности проектов: повышение эффективности проектов автоматизации за счёт комплексности создаваемой архитектурной модели.

Данный метод оценки эффекта от проектов внедрения ИТ-архитектуры и её компонентов основан на тезисе о том, что комплексная автоматизация бизнеса, особенно на начальном этапе создания предприятия, более эффективна, чем реинжиниринг и интеграция действующих информационных систем в процессе эксплуатации.

В случае комплексной автоматизации на стадии создания предприятия стоимость ИТ-архитектуры можно представить в виде (затраты производятся условно одномоментно):

$$C_{IT}^1 = \sum_{i=1}^n C_{IS_i} + \sum_{j=1}^m C_{infr_j}, \quad (1)$$

где C_{IT}^1 – сумма затрат на создание ИТ-архитектуры и поддерживающей её ИТ-инфраструктуры;

C_{IS_i} – стоимость внедрения i -ой подсистемы ИТ-архитектуры;

C_{infr_j} – стоимость внедрения j -ого компонента ИТ-инфраструктуры;

Затраты на реинжиниринг существующей ИТ-архитектуры в виду отсутствия первоначального плана комплексной автоматизации будут содержать дополнительные составляющие (без учёта дисконтирования):

$$C_{IT}^2 = \sum_{i=1}^n C_{IS_i} + \sum_{j=1}^m C_{infr_j} + c_{int} + c_{alter}, \quad (2)$$

где C_{IT}^2 – сумма затрат на создание ИТ-архитектуры и поддерживающей её ИТ-инфраструктуры;

C_{IS_i} – стоимость внедрения i -ой подсистемы ИТ-архитектуры;

C_{infr_j} – стоимость внедрения j -ого компонента ИТ-инфраструктуры;

c_{int} – дополнительные затраты на интеграцию информационных систем, включающие необходимость в новых объектах (мощностях) ИТ-инфраструктуры;

c_{alter} – альтернативные издержки, связанные с внедрением информационных систем на действующем предприятии.

Справедливо соотношение:

$$C_{IT}^1 < C_{IT}^2 \quad (3)$$

- Более точная оценка проектов создания предприятий за счёт включения в оценку стоимости ИТ.

В инвестиционных расчётах на создание предприятий и его элементов учитываются затраты на создание объектов материальной инфраструктуры,

связанных с технологией основной деятельности, но часто не учитываются затраты на автоматизацию. Предлагается следующая модель расчёта реального размера инвестиций в создание инфраструктурноёмкого предприятия на основе данных о стоимости создания материальной инфраструктуры:

$$C = (1 + c_{IT}) \cdot C_{pr} , \quad (4)$$

где: c_{IT} – коэффициент интенсивности использования ИТ для данной отрасли. Основываясь на мнениях экспертов (представителей инфраструктурноёмких предприятий, проектных институтов и инжиниринговых компаний), полученных в рамках выполнения данного исследования, данный коэффициент может составлять от 0,05 до 0,25;

C_{pr} – оценочная стоимость создания материальной инфраструктуры предприятия.

- Сокращение инвестиционного цикла ввода в эксплуатацию создаваемого/модернизируемого производства за счёт синхронизации создания предприятия и его ИТ-архитектуры.

Инвестиционный цикл создания инфраструктурноёмких предприятий и их ИТ-архитектуры занимает продолжительное время. Предлагаемая методология комплексного проектирования архитектуры позволит сократить длительность инвестиционного цикла за счёт параллельного выполнения работ. Этапы инвестиционного цикла создания материальной инфраструктуры и ИТ-архитектуры представлены в Табл.7.

Таблица 7 – Этапы инвестиционного цикла создания материальной инфраструктуры предприятия и его ИТ-архитектуры

Этапы инвестиционного цикла	Обозначение	Примечания
Создание предприятия		
1. Формирование бизнес-идеи и концепции бизнеса и НИР	t_1^{ent}	-
2. ПИР	t_2^{ent}	-
3. Комплектация материально-технической базы	t_3^{ent}	-
4. СМР	t_4^{ent}	-
5. ПНР	t_5^{ent}	-
6. Период эксплуатации, в течение которого обеспечивается окупаемость инвестиций	t_6^{ent}	-
Создание ИТ-архитектуры		
1. Разработка концепции ИТ-архитектуры	t_1^{IT}	$t_1^{IT} = t_1^{IT'} + t_1^{IT''}$, где $t_1^{IT'}$ – длительность этапа в части СПА* $t_1^{IT''}$ – длительность этапа в части остальных подсистем
2. Разработка ТЗ на ИТ-архитектуру и на подсистемы, ТП на ИТ-архитектуру и её подсистемы, РД на ИТ-	t_2^{IT}	$t_2^{IT} = t_2^{IT'} + t_2^{IT''}$, где $t_2^{IT'}$ – длительность этапа в части СПА $t_2^{IT''}$ – длительность этапа в части остальных подсистем

архитектуру и её подсистемы		
3. Разработка информационных систем (программирование)	t_3^{IT}	$t_3^{IT} = t_3^{IT'} + t_3^{IT''}$, где $t_3^{IT'}$ – длительность этапа в части СПА $t_3^{IT''}$ – длительность этапа в части остальных подсистем
4. Комплектация материально-технической базы ИТ-архитектуры;	t_4^{IT}	$t_4^{IT} = t_4^{IT'} + t_4^{IT''}$, где $t_4^{IT'}$ – длительность этапа в части СПА $t_4^{IT''}$ – длительность этапа в части остальных подсистем
5. Испытания, тестирование и отладка ИТ-архитектуры	t_5^{IT}	$t_5^{IT} = t_5^{IT'} + t_5^{IT''}$, где $t_5^{IT'}$ – длительность этапа в части СПА $t_5^{IT''}$ – длительность этапа в части остальных подсистем
6. Период эксплуатации, в течение которого обеспечивается окупаемость инвестиций	t_6^{IT}	$t_6^{IT} = t_6^{IT'} + t_6^{IT''}$, где $t_6^{IT'}$ – длительность этапа в части СПА $t_6^{IT''}$ – длительность этапа в части остальных подсистем

*СПА – системы промышленной автоматизации

Сопоставлению подлежат 2 длительности инвестиционных циклов:

T^{ent} – цикл создания материальной инфраструктуры предприятия:

$$T^{ent} = t_1^{ent} + t_2^{ent} + t_3^{ent} + t_4^{ent} + t_5^{ent} + t_6^{ent} = \sum_{i=1}^6 t_i^{ent} \quad (5)$$

и T^{IT} – цикл создания ИТ-архитектуры предприятия:

$$T^{IT} = t_1^{IT} + t_2^{IT} + t_3^{IT} + t_4^{IT} + t_5^{IT} + t_6^{IT} = \sum_{j=1}^6 t_j^{IT} \quad (6)$$

Наиболее рациональный вариант проектирования и разработки элементов ИТ-архитектуры в рамках традиционной практики создания инфраструктурноёмких предприятий предполагает, что на этапе ПИР формируются требования к автоматизации производства и начинают разрабатываться СПА. В таком случае в течение этапов 2-6 инвестиционного цикла создания материальной инфраструктуры предприятия будут реализованы этапы 1-8 инвестиционного цикла создания ИТ-архитектуры в части СПА. При этом, при последующем создании остальных подсистем потребуются затраты (временные и финансовые) на интеграцию СПА и вновь созданных подсистем. В таком случае полный инвестиционный цикл создания автоматизированного предприятия будет рассчитываться как:

$$T_1 = t_1^{ent} + \sum_{i=2}^6 \max(t_i^{ent}; t_i^{IT'}) + \sum_{j=2}^6 t_j^{IT''} + t^{int}, \quad (7)$$

где t^{int} – длительность интеграции СПА и остальных подсистем.

В случае применения согласованной и синхронизированной разработки объектов архитектуры предприятия, проектирование и создание материальной инфраструктуры и ИТ-архитектуры будет происходить параллельно и общий цикл создания предприятия составит:

$$T_2 = \sum_{i=1}^6 \max(t_i^{ent}; t_i^{IT}) \quad (8)$$

Очевидно, что $T_2 < T_1$.

13. Предложена референтная (эталонная отраслевая) модель функциональной структуры горнодобывающих предприятий.

Реализация отдельных аспектов разработанной методологии была продемонстрирована в проекте развития ИТ-архитектуры горнодобывающего

предприятия. Была предложена следующая функциональная структура деятельности горнодобывающих предприятий (Рис.7), включающая все этапы жизненного цикла.

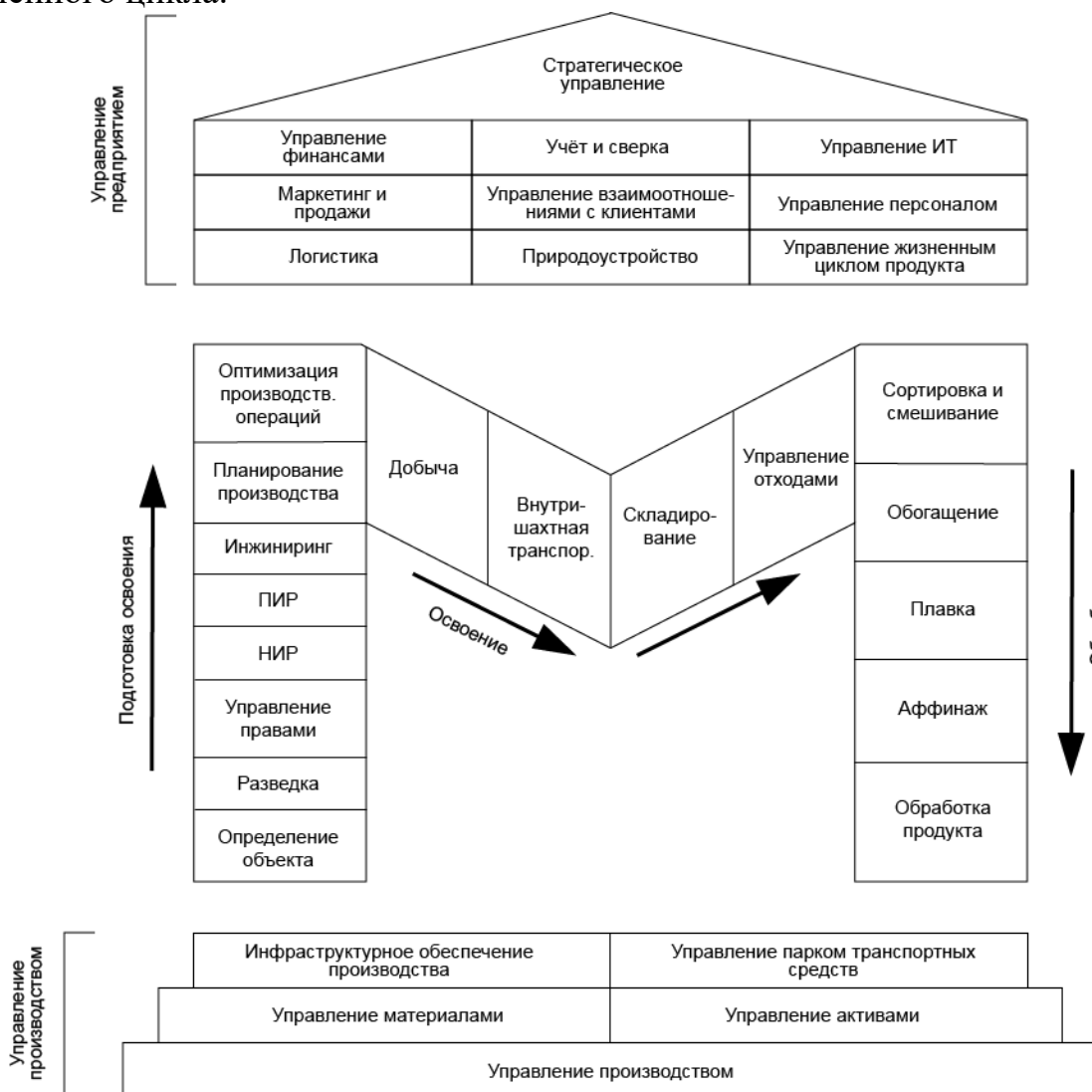


Рисунок 7 – Референтная модель функциональной структуры горнодобывающего предприятия

Предложенная референтная модель, адаптированная под условия конкретного предприятия, является основой функционально-ориентированного проектирования организационной структуры, системы материально-вещественных и денежных потоков, а также ИТ-архитектуры горнодобывающего предприятия.

14. Разработана структура и содержание технического задания на создание автоматизированной системы (любого класса), базирующийся на структуре разделов технического задания согласно ГОСТ 34.602 и содержательно коррелирующая с архитектурным подходом к проектированию автоматизированных систем.

Был предложен вариант технического задания на создание автоматизированной системы, базирующийся на общепризнанной в среде российских ИТ-разработчиков структуре разделов технического задания согласно ГОСТ 34.602,

но конкретизирующий наполнение разделов с точки зрения разработки автоматизированной системы как элемента комплексной архитектуры предприятия в целом (полная версия технического задания – в диссертации). Такая структура технического задания на разработку автоматизированной системы может рассматриваться в качестве корпоративного стандарта оформления технического задания по разработке автоматизированных систем, который одновременно учитывает системный подход при проектировании информационных систем, и в то же время создаётся в понятном для ИТ-разработчиков и ИТ-специалистов формате в соответствии с разделами ГОСТ 34.602.

III. ВЫВОДЫ И РЕКОМЕНДАЦИИ (ЗАКЛЮЧЕНИЕ)

Настоящее исследование направлено на разработку подходов, методологий и методик формирования и реформирования архитектуры и ИТ-архитектуры предприятия, учитывающие прежде всего особенности предприятий со сложной, дорогостоящей материальной инфраструктурой, обеспечивающей основную деятельность предприятия. В отношении таких предприятий в работе введён термин «инфраструктурноёмкие предприятия». На основе анализа текущего состояния теории и устоявшихся практик проектирования и развития архитектуры и ИТ-архитектуры таких предприятий констатируются «узкие места» действующих регламентирующих документов и стандартов, а также возможности расширения существующих методологических подходов к созданию систем управления (в том числе, автоматизированных). В результате проведённого в период с 2012 по 2019 года исследования были разработаны:

- методология проектирования и развития архитектуры инфраструктурноёмких предприятий;
- методология проектирования и развития ИТ-архитектуры инфраструктурноёмких предприятий;
- методика внедрения ИТ-архитектуры инфраструктурноёмких предприятий.

Предложенные в диссертационном исследовании методологии и методики развивают теорию бизнес-инжиниринга, архитектуры предприятия, автоматизации производства, управления производством, вносят вклад в практику проектирования и развития систем управления, в том числе, автоматизированных. Разработанные подходы, методологии и методики проектирования систем управления, в том числе автоматизированных, опираются на принципы теории систем, бизнес-инжиниринга, архитектуры предприятия, информационного менеджмента, проектного управления, процессного управления. Их применение способствует повышению эффективности управления на предприятиях, что было подтверждено на практике в проекте реформирования ИТ-архитектуры горнодобывающего предприятия.

IV. ОСНОВНЫЕ НАУЧНЫЕ ПУБЛИКАЦИИ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО ИССЛЕДОВАНИЯ

Монографии

1. Лёвина А.И. Управление медицинской организацией: концепция Smart Hospital / Шляхто Е.В., Ильин И.В., Конради А.О., Борреманс А.Д., Глебов В.С., Дубгорн А.С., Ильяшенко В.М., Ильяшенко О. Ю., Лепехин А.А., Лёвина А.И., Мулюха В.А., Овчинников Д.А. СПб: Изд-во Политехнического ун-та, 2020. 242 с. (15/1,5 п.л.)
2. Лёвина А.И. Математические методы и инструментальные средства оценивания эффективности инвестиций в инновационные проекты: монография / Ильин И.В., Ботвин Г.А., Гапов М.Р., Гасюк Д.П., Ильяшенко О.Ю., Лёвина А.И., Родионова Е.С., Сауренко Т.Н. – СПб: Информационный издательский учебно-научный центр «Стратегия будущего», 2018. 289 с. (18/2 п.л.)
3. Лёвина А.И. Управление информационно-технологическими проектами: монография / Ильин И.В., Широкова С.В., Лёвина А.И., Ильяшенко О.Ю. – СПб: Изд-во Политехнического ун-та, 2017. 317 с. (19,8/5 п.л.)
4. Лёвина А.И. Управление проектами в сложных социально-экономических системах: монография / Ильин И.В., Широкова С.В., Лёвина А.И. – СПб: Изд-во Политехнического ун-та, 2016. 311 с. (19,4/7 п.л.)

Статьи, опубликованные в сборниках научных трудов, включённых в глобальные индексы цитирования Scopus и Web of Science

5. Levina, A. Supply-chain management in the oil industry / Lisitsa, S., Levina, A., Lepekhin // E3S Web of Conferences, 2019. – Т. 110. – № 02061. (0,7/0,1 п.л.)
6. Levina, A. Additive manufacturing and its IT support within the enterprise architecture / Levina, A., Lepekhin, A., Kalyazina, S. // Proceedings of the 33rd International Business Information Management Association Conference, IBIMA 2019: Education Excellence and Innovation Management through Vision 2020, 2019. – С. 5122-5128. (0,4/0,15 п.л.)
7. Levina, A. Reference model of healthcare company functional structure / Dubgorn, A., Ilin, I., Levina, A., Borremans, A. // Proceedings of the 33rd International Business Information Management Association Conference, IBIMA 2019: Education Excellence and Innovation Management through Vision 2020, 2019. – С. 5129-5137. (0,5/0,15 п.л.)
8. Levina, A. Strategy for establishment of personnel KPI at health care organization digital transformation / Pjashenko, O., Bagaeva, I., Levina, A. // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 2019. – Т. 497 (1). – № 012029. (0,6/0,1 п.л.)
9. Levina, A. BPM as a Service Based on Cloud Computing / Levina, A., Novikov, A., Borremans, A. // Advances in Intelligent Systems and Computing, 2019. – Т. 983. – С. 210-215. (0,5/0,2 п.л.)
10. Levina, A. Business Requirements to the IT Architecture: A Case of a Healthcare Organization / Ilin, I., Levina, A., Lepekhin, A., Kalyazina, S. // Advances in Intelligent Systems and Computing, 2019. – Т. 983. – С. 287-294. (0,7/0,2 п.л.)
11. Levina, A. Reengineering of supply chain management integrated scheduling processes / Kuleshova, E., Levina, A., Esedulaev, R. // MATEC Web of Conferences, 2018. – Т. 193. – № 05064. (0,7/0,2 п.л.)
12. Levina, A. Investment in renewable energy: Practical case in Estonia / Poljanskihh, A., Levina, A., Dubgorn, A. // MATEC Web of Conferences, 2018. – Т. 193. – № 05065. (0,7/0,3 п.л.)
13. Levina, A.I. Internet of things within the service architecture of intelligent transport systems / Levina, A.I., Dubgorn, A.S., Iliashenko, O.Y. // Proceedings – 2017 European Conference on Electrical Engineering and Computer Science, EECS, 2017. – С. 351-355. (0,4/0,15 п.л.)
14. Levina, A. Public private partnership as city project management technology / Zapivakhin, I., Ilin, I., Levina, A. // MATEC Web of Conferences, 2018. – Т. 170. – № 01037.

(0,7/0,2 п.л.)

15. Levina, A. IT Requirements Integration in High-Rise Construction Design Projects / Levina, A., Ilin, I., Esedulaev, R. // E3S Web of Conferences, 2018. – Т. 33. – № 03009. (0,7/0,3 п.л.)

16. Levina, A. Two-stage commercial evaluation of engineering systems production projects for high-rise buildings / Bril, A., Kalinina, O., Levina, A. // E3S Web of Conferences, 2018. – Т. 33. – № 03004. (0,7/0,2 п.л.)

17. Levina, A.I. Features of enterprise architecture designing of infrastructure-intensive companies / Levina, A.I., Borremans, A.D., Burmistrov, A.N. // Proceedings of the 31st International Business Information Management Association Conference, IBIMA, 2018. – С. 4643-4651. (0,8/0,4 п.л.)

18. Lyovina, A.I. Enterprise architecture as a means of digital transformation of mining enterprises in the Arctic / Zaychenko, I.M., Ilin, I.V., Lyovina, A.I. // (2018) Proceedings of the 31st International Business Information Management Association Conference, IBIMA, 2018. – С. 4652-4659. (0,7/0,3 п.л.)

19. Levina, A. Enterprise Architecture Analysis for Energy Efficiency of Saint-Petersburg Underground / Ilin, I., Levina, A., Iliashenko, O. // Advances in Intelligent Systems and Computing, 2018. – Т. 692. – С. 1214-1223. (0,9/0,4 п.л.)

20. Levina, A. Analysis of Factors, Defining Software Development Approach / Ilin, I., Lepekhin, A., Levina, A., Iliashenko, O. // Advances in Intelligent Systems and Computing, 2018. – Т. 692. – С. 1306-1314. (0,8/0,2 п.л.)

21. Levina, A. Measurement of Enterprise Architecture (EA) from an IT perspective: Research gaps and measurement avenues / Ilin, I., Levina, A., Abran, A., Iliashenko, O. // ACM International Conference Proceeding Series, Part F131936, 2017. – С. 232-243. (1/0,25 п.л.)

22. Levina, A.I. Method of decision making support for IT market analysis / Ilin, I.V., Izotov, A.V., Shirokova, S.V., Rostova, O.V., Levina, A.I. // Proceedings of 2017 20th IEEE International Conference on Soft Computing and Measurements, SCM, 2017. – № 7970732. – С. 812-814. (0,2/0,05 п.л.)

23. Levina, A. Enterprise architecture approach to mining companies engineering / Ilin, I., Levina, A., Iliashenko, O. // MATEC Web of Conferences, 2017. – Т. 106. – № 08066. (0,8/0,3 п.л.)

24. Levina, A.I. Using business intelligence technologies for evaluation of road network organization / Iliashenko, O.Y., Levina, A.I., Dubgorn, A. // Proceedings of the 30th International Business Information Management Association Conference, IBIMA, 2017. – С. 2144-2155. (1,1/0,4 п.л.)

25. Levina, A.I. The complexity of requirements engineering approach as a potential critical-success factor of software project / Ilin, I.V., Levina, A.I., Lepekhin, A.A. // Proceedings of the 30th International Business Information Management Association Conference, IBIMA, 2017. – С. 2578-2590. (1,2/0,4 п.л.)

26. Levina, A.I. The approach to the formal specification of static structure of the system: Mapping UML to EXPRESS-G / Iliashenko, O.Yu., Levina, A.I., Borremans, A.D. // Proceedings of the 29th International Business Information Management Association Conference, IBIMA, 2017. – С. 1177-1187. (1,1/0,3 п.л.)

27. Levina, A.I. Reengineering of high-tech and specialized Medical care delivery process for telemedicine system implementation / Ilin, I.V., Levina, A.I., Iliashenko, O.Yu. // Proceedings of the 29th International Business Information Management Association Conference, IBIMA, 2017. – С. 1822-1831. (1/0,3 п.л.)

28. Levina, A.I. Approach to Organizational Structure Modelling in Construction Companies / Ilin, I.V., Kalinina, O.V., Levina, A.I., Iliashenko, O.Y. // MATEC Web of Conferences, 2016. – Т. 86. – № 05028. (0,7/0,25 п.л.)

29. Levina, A.I. Application of service-oriented approach to business process reengineering / Ilin, I.V., Iliashenko, O.Yu., Levina, A.I. // Proceedings of the 28th International Business

Information Management Association Conference, IBIMA, 2016. – С. 768-781. (1,3/0,5 п.л.)

30. Levina, A. Sustainable Urban Development as a Driver of Safety System Development of the Urban Underground / Ilin, I., Kalinina, O., Iliashenko, O., Levina, A. // Procedia Engineering, 2016. – Т. 165. – С. 1673-1682. (1/0,3 п.л.)

31. Levina, A. IT-architecture Reengineering as a Prerequisite for Sustainable Development in Saint Petersburg Urban Underground / Ilin, I., Kalinina, O., Iliashenko, O., Levina, A. // Procedia Engineering, 2016. – Т. 165. – С. 1683-1692. (1/0,3 п.л.)

32. Levina, A.I. Project management team structure for internet providing companies / Glukhov, V.V., Ilin, I.V., Levina, A.I. // Lecture Notes in Computer Science (including subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics), 2015. – Т. 9247. – С. 543-553. (1/0,3 п.л.)

33. Levina, A.I. Market risk neutral strategies: modeling and algorithmization / Gloukhov, V.V., Ilin, I.V., Koposov, V.I., Levina, A.I. // Asian Social Science, 2014. – Т. 10 (24). – С. 209-216. (0,7/0,2 п.л.)

34. Ilin, I.V., Koposov, V.I., Levina, A.I. Model of asset portfolio improvement in structured investment products / Ilin, I.V., Koposov, V.I., Levina, A.I. // Life Science Journal, 2014. – Т. 11 (11). – С. 265-269. (0,4/0,1 п.л.)

Статьи, опубликованные в ведущих рецензируемых научных журналах и изданиях, рекомендованных ВАК России

35. Левина А.И. Мета-модель архитектуры предприятия в цифровую эпоху / Ильин И.В., Борреманс А.Д., Калязина С.Е. // Наука и бизнес: пути развития. 2020. № 3 (105). С. 36-40. (0,3/0,15 п.л.)

36. Левина А.И. Моделирование архитектуры цифрового пространства российского бизнеса / Левина А.И., Ильин И.В., Светульников С.Г. // Наука и бизнес: пути развития. 2019. № 10 (100). С. 119-124. (0,3/0,15 п.л.)

37. Лёвина А.И. Цифровая трансформация как фактор формирования архитектуры и ИТ-архитектуры предприятия / Ильин И.В., Дубгорн А.С. // Научный журнал НИУ ИТМО. Серия: Экономика и экологический менеджмент. 2019. № 3 (38). С. 50-55. (0,3/0,15 п.л.)

38. Лёвина А.И. Цифровая трансформация предприятий с учётом автоматизации технологических процессов аддитивного производства / Нефедова Л.А., Лёвина А.И., Лепехин А.А. // Экономика и предпринимательство. – 2019. – № 1 (102). – С. 1206-1208. (0,3/0,1 п.л.)

39. Лёвина А.И. Разработка моделей технологической архитектуры управления серийным производством изделий в аддитивных производствах / Нефедова Л.А., Лёвина А.И., Ильяшенко О.Ю. // Экономика и предпринимательство. – 2019. – № 3 (104). – С. 594-596. (0,3/0,1 п.л.)

40. Лёвина А.И. Архитектура предприятия как инструмент цифровой трансформации горнодобывающих предприятий Арктики / Лёвина А.И., Зайченко И.М., Скрипнюк Д.Ф. // Север и рынок: формирование экономического порядка. 2018. № 2 (58). С. 35-43. (0,8/0,3 п.л.)

41. Лёвина А.И. Функциональная модель системы управления портовой логистикой / Власов М.П., Лёвина А.И., Ильяшенко О.Ю. // Экономика и предпринимательство. – 2018. – № 12 (101). – С. 1142-1145. (0,4/0,15 п.л.)

42. Левина А.И. Функционально-ориентированное проектирование информационных систем инфраструктурно-ёмких предприятий / Левина А.И., Борреманс А.Д., Лепехин А.А. // Перспективы науки. – 2018. – № 11 (110). – С. 35-39. (0,4/0,2 п.л.)

43. Левина А.И. Интеграция требований к ит-архитектуре в проекты высотного строительства / Ильин И.В., Левина А.И., Ростова О.В., Эседулаев Р.А. // Перспективы науки. – 2018. – № 2 (101). – С. 24-28. (0,4/0,15 п.л.)

44. Левина А.И. Особенности проектирования архитектуры крупных промышленных предприятий / Левина А.И. // Наука и бизнес: пути развития. – 2018. – № 2 (80). – С. 61-65.

(0,4/0,4 п.л.)

45. Левина А.И. Возможности цифровых технологий при реализации телемедицинских систем в Арктической зоне / Левина А.И., Ильин И.В., Скрипнюк Д.Ф. // Глобальный научный потенциал. – 2018. – № 2 (83). – С. 47-50. (0,3/0,1 п.л.)

46. Лёвина А.И. Адаптация стандарта PRINCE2 для проекта внедрения MES-системы / Ильин И.В., Лёвина А.И., Лепёхин А.А. // Прикладная информатика. – 2017. – № 1 (67). – С. 5-15. (1/0,4 п.л.)

47. Лёвина А.И. Система сбалансированных показателей как инструмент измерения и мониторинга проектов реинжиниринга ИТ -архитектуры предприятий ВПК / Лёвина А.И., Ильяшенко О.Ю. // Вопросы оборонной техники. Серия 16: Технические средства противодействия терроризму. – 2017. – № 9-10 (111-112). – С. 108-113. (0,5/0,3 п.л.)

48. Левина А.И. Повышение эффективности снабжения позаказного производства за счет применения математических моделей управления запасами / Левина А.И., Дубгорн А.С. // Перспективы науки. – 2017. – № 1 (88). – С. 107-110. (0,4/0,2 п.л.)

49. Левина А.И. Подход к управлению проектом внедрения еgr-системы, основанный на концепции сквозных бизнес-процессов / Ильин И.В., Левина А.И., Лепехин А.А. // Перспективы науки. – 2017. – № 2 (89). – С. 26-31. (0,5/0,2 п.л.)

50. Левина А.И. Анализ методологии "ОРГ-МАСТЕР" моделирования архитектуры предприятия / Левина А.И., Седаков А.А. // Перспективы науки. – 2017. – № 6 (93). – С. 15-21. (0,6/0,4 п.л.)

51. Левина А.И. Роль архитектурного бизнес-инжиниринга в проектировании и управлении горнодобывающих предприятий / Левина А.И. // Перспективы науки. – 2017. – № 8 (95). – С. 59-63. (0,4/0,4 п.л.)

52. Левина А.И. Повышение эффективности проектов внедрения информационных систем класса ВРMS с использованием типовых проектных решений / Левина А.И., Ильин И.В., Эседулаев Р.А. // Наука и бизнес: пути развития. – 2017. – № 4 (70). – С. 9-14. (0,5/0,2 п.л.)

53. Левина А.И. Технология "Интернет вещей" в архитектуре интеллектуальных транспортных систем / Дубгорн А.С., Ильин И.В., Левина А.И. // Наука и бизнес: пути развития. – 2017. – № 6 (72). – С. 99-103. (0,4/0,15 п.л.)

54. Левина А.И. Методология проектирования ИТ-архитектуры горнодобывающих компаний / Левина А.И. // Наука и бизнес: пути развития. – 2017. – № 8 (74). – С. 67-72. (0,6/0,6 п.л.)

55. Лёвина А.И. Формирование требований к ИТ-сервисам системы снабжения на основе математических моделей управления запасами / Ильин И.В., Лёвина А.И., Дубгорн А.С. // Вопросы оборонной техники. Серия 16: Технические средства противодействия терроризму. – 2016. – № 11-12 (101-102). – С. 147-152. (0,6/0,2 п.л.)

56. Левина А.И. Реинжиниринг ИТ-архитектуры предприятия на базе сервис-ориентированного анализа архитектуры предприятия / Козин Е.Г., Ильин И.В., Левина А.И. // Перспективы науки. – 2016. – № 9 (84). – С. 48-56. (0,8/0,3 п.л.)

57. Левина А.И. Автоматизация управления проектами с помощью программ баг-трекинга на примере деятельности интернет-провайдеров / Левина А.И., Ильин И.В., Ильяшенко О.Ю. // Наука и бизнес: пути развития. – 2016. – № 9 (63). – С. 17-24. (0,7/0,25 п.л.)

58. Лёвина А.И. Сервис-ориентированный подход к анализу архитектурных решений / Козин Е.Г., Ильин И.В., Лёвина А.И. // Научно-технические ведомости Санкт-Петербургского государственного политехнического университета. Экономические науки. – 2016. – № 4 (246). – С. 162-172. (1/0,4 п.л.)

59. Лёвина А.И. Управление зрелостью бизнесархитектуры предприятия / Ильин И.В., Лёвина А.И. // Научно-технические ведомости Санкт-Петербургского государственного политехнического университета. Экономические науки. – 2015. – № 2 (216). – С. 109-117. (0,8/0,4 п.л.)

60. Левина А.И. Моделирование бизнес-архитектуры процессной проектно-ориентированного предприятия / Ильин И.В., Левина А.И., Антипин А.Р. // Экономика и управление. – 2013. – № 9 (95). – С. 32-38. (0,6/0,2 п.л.)

61. Лёвина А.И. Вопросы формирования архитектуры инжиниринговых компаний / Ильин И.В., Левченко Ю.Л., Лёвина А.И. // Научно-технические ведомости Санкт-Петербургского государственного политехнического университета. Экономические науки. – 2013. – № 1-2 (163). – С. 48-54. (0,6/0,2 п.л.)

62. Лёвина А.И. Интеграция проектного подхода в модель бизнес-архитектуры предприятия / Ильин И.В., Лёвина А.И. // Научно-технические ведомости Санкт-Петербургского государственного политехнического университета. Экономические науки. – 2013. – № 6-2 (185). – С. 74-82. (0,8/0,4 п.л.)

63. Левина А.И. Модели и методы системы управления инновационно-промышленным кластером / Юрьев В.Н., Ильин И.В., Левина А.И. // Научно-технические ведомости Санкт-Петербургского государственного политехнического университета. Экономические науки. – 2012. – № 4 (151). – С. 198-206. (0,8/0,3 п.л.)

64. Левина А.И. Методы и модели формирования контрактов и управления договорными отношениями в инновационно-промышленных кластерах / Ильин И.В., Юрьев В.Н., Левина А.И., Суомалайнен Ю.С. // Научно-технические ведомости Санкт-Петербургского государственного политехнического университета. Экономические науки. – 2012. – № 5 (156). – С. 163-171. (0,8/0,25 п.л.)

65. Левина А.И. Модели обмена данными в интегрированной информационной системе эффективного управления инновационно-промышленным КЛАСТЕРОМ / Ильин И.В., Анисифоров А.Б., Левина А.И. // Научно-технические ведомости Санкт-Петербургского государственного политехнического университета. Экономические науки. – 2011. – № 6 (137). – С. 240-247. (0,7/0,35 п.л.)

66. Лёвина А.И. Управление деятельностью предприятия как объекта контрактного взаимодействия / Ильин И.В., Лёвина А.И. // Научно-технические ведомости Санкт-Петербургского государственного политехнического университета. Экономические науки. – 2007. – № 3-1 (51). – С. 54-61. (0,7/0,3 п.л.)

Статьи в профессиональных журналах и научных сборниках

67. Лёвина А.И. Цифровая трансформация российских предприятий / Ажеганова Е.Н., Лёвина А.И. // В сборнике: Стратегии и инструменты управления экономикой: отраслевой и региональный аспект. Материалы VIII Международной научно-практической конференции. Санкт-Петербург, 2019. С. 185-190. (0,3/0,15 п.л.)

68. Лёвина А.И. Формирование бизнес-архитектуры современной медицинской организации / Лепехин А.А., Лёвина А.И. // В сборнике: Цифровые технологии в логистике и инфраструктуре. Материалы международной конференции. 2019. С. 213-220. (0,4/0,25 п.л.)

69. Лёвина А.И. Индустрия 4.0 и ее влияние на требования к профессиональным навыкам бизнес-аналитиков / Калязина С.Е., Лёвина А.И. // В сборнике: Технологическая перспектива в рамках евразийского пространства: новые рынки и точки экономического роста. Материалы 4-ой Международной научной конференции. Санкт-Петербург, 2019. – С. 373-376. (0,25/0,15 п.л.)

70. Левина А.И. Референтная модель функциональной структуры медицинской организации / Дубгорн А.С., Левина А.И., Лепехин А.А. // Журнал исследований по управлению, 2019. – Т. 5. – № 1. – С. 29-36. (0,7/0,25 п.л.)

71. Лёвина А.И. Подход "дизайн-мышление" в разработке новых продуктов в сфере Интернета вещей / Калязина С.Е., Лёвина А.И., Борреманс А.Д. // В сборнике: Фундаментальные и прикладные исследования в области управления, экономики и торговли. Сборник трудов научно-практической и учебной конференции: в 3 частях, 2018. – С. 26-31. (0,5/0,1 п.л.)

72. Левина А.И. Преимущества использования SaaS программного обеспечения в

сравнении с on-premises программным обеспечением / Левина А.И., Кубарский А.В. // Научный вестник Южного института менеджмента, 2018. – № 4. – С. 89-94. (0,5/0,2 п.л.)

73. Левина А.И. Решения в области роботизации процессов для повышения эффективности процессного управления / Левина А.И., Никитин Р.В. // Научный вестник Южного института менеджмента, 2018. – № 4. – С. 95-99. (0,4/0,2 п.л.)

74. Лёвина А.И. Государственно-частное партнёрство как технология управления проектами городского развития / Ильин И.В., Лёвина А.И., Запивахин И.М. // В сборнике: Теория и практика развития территорий. Сборник научных трудов Всероссийской научно-практической конференции, 2017. – С. 89-101. (1,2/0,4 п.л.)

75. Лёвина А.И. Формирование стратегии энергетической компании на основе анализа внешней и внутренней среды / Лёвина А.И., Ильяшенко О.Ю., Гращенко Н.Ю. // В сборнике: Процессы глобальной экономики Сборник научных трудов Международной научно-практической конференции, 2017. – С. 94-102. (0,8/0,3 п.л.)

76. Лёвина А.И. Исследование традиционных и современных подходов к организации управления программным продуктом / Лёвина А.И., Агеева А.С. // В сборнике: Фундаментальные и прикладные исследования в области управления, экономики и торговли. Сборник трудов научной и учебно-практической конференции: в 3 частях, 2017. – С. 108-116. (0,8/0,4 п.л.)

77. Лёвина А.И. Автоматизация процессов управления учебно- методической деятельностью структурного подразделения университета / Лёвина А.И., Гусынина Д.А. // В сборнике: Фундаментальные и прикладные исследования в области управления, экономики и торговли. сборник трудов научной и учебно-практической конференции: в 3 частях. 2017. – С. 117-127. (1/0,5 п.л.)

78. Лёвина А.И. Сервис-ориентированный анализ архитектурных изменений / Ильин И.В., Ильяшенко О.Ю., Лёвина А.И. // Актуальні проблеми економіки, 2017. – Т. 187. – № 1. – С. 129-139. (1/0,4 п.л.)

79. Левина А.И. Методика поддержки принятия решений при анализе ИТ рынка / Ильин И.В., Изотов А.В., Широкова С.В., Ростова О.В., Левина А.И. // Международная конференция по мягким вычислениям и измерениям, 2017. – Т. 2. – С. 454-457. (0,2/0,1 п.л.)

80. Левина А.И. Формирование и реализация требования к ИТ-поддержке процессов оформления экспортных операций / Ильин И.В., Ильяшенко О.Ю., Левина А.И. // В сборнике: О проблемах импортозамещения в таможенных органах и новых разработках в сфере информационно-коммуникационных технологий. Сборник материалов Межведомственной научной конференции. Российская таможенная академия, 2016. – С. 38-43. (0,5/0,15 п.л.)

81. Лёвина А.И. Развитие архитектуры предприятия через управление зрелостью ее компонентов / Ильин И.В., Лёвина А.И. // В сборнике: Стратегическое планирование и развитие предприятий Материалы Пятнадцатого всероссийского симпозиума. Под ред. Г.Б. Клейнера, 2014. – С. 88-89. (0,1/0,05 п.л.)