

УДК 004.414.28, 004.415.23, 004.418

## МОДЕЛИРОВАНИЕ СЛОЖНЫХ ОРГАНИЗАЦИОННЫХ СИСТЕМ С ПРИМЕНЕНИЕМ НОВЕЙШИХ ПРОГРАММНО-ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫХ СРЕДСТВ НА ПРИМЕРЕ ХЭНДЛИНГОВОЙ КОМПАНИИ В ОТКРЫТОЙ ОБЛАЧНОЙ СРЕДЕ НА БАЗЕ ВИРТУАЛЬНОЙ КОМПЬЮТЕРНОЙ ЛАБОРАТОРИИ

Родионов Александр Владимирович<sup>1</sup>, Белов Михаил Александрович<sup>2</sup>, Балашова Мари-  
на Владимировна<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Студент;

Государственный университет «Дубна»;  
141980, Московская обл., г. Дубна, ул. Университетская, 19;  
e-mail: roav.17@uni-dubna.ru.

<sup>2</sup>Кандидат технических наук, доцент;

Государственный университет «Дубна»;  
141980, Московская обл., г. Дубна, ул. Университетская, 19;  
e-mail: belov@uni-dubna.ru.

<sup>3</sup>Старший преподаватель;

Государственный университет «Дубна»;  
141980, Московская обл., г. Дубна, ул. Университетская, 19;  
e-mail: balashova.m.v@yandex.ru.

*В статье рассматривается проблема моделирования сложных организационных систем, особенно в контексте хэндлинговых компаний. Авторы предлагают гибридную методологию моделирования, объединяющую преимущества различных подходов (ARIS, EEPС, BPMN, IDEF и других). В статье также обсуждаются инструментальные средства моделирования и возможности виртуальной компьютерной лаборатории для исследования, оптимизации и развития организационных систем. Результаты исследования могут быть полезны для управления, аналитиков и специалистов по моделированию бизнес-процессов, желающих повысить эффективность своих организаций и обеспечить успешное функционирование хэндлинговых компаний.*

**Ключевые слова:** ИТ-образование, образование, стратегия развития ИТ-образования, инновации в образовании, виртуальная компьютерная лаборатория, цифровая трансформация бизнеса, моделирование и оптимизация бизнес-процессов, системный анализ и управление, моделирование сложных организационных систем, менеджмент, управление сложными системами, обзор средств моделирования, ARIS, BPWIN, IBM WebSphere, Bizagi Modeler, Microsoft Visio, SAP Signavio, Business Studio.

### Для цитирования:

Родионов А. В., Белов М. А., Балашова М. В. Моделирование сложных организационных систем с применением новейших программно-инструментальных средств на примере хэндлинговой компании в открытой облачной среде на базе виртуальной компьютерной лаборатории // Системный анализ в науке и образовании: сетевое научное издание. 2023. № 1. С. 18-40. URL: <https://sanse.ru/index.php/sanse/article/view/569>.

## MODELING COMPLEX ORGANIZATIONAL SYSTEMS USING THE LATEST SOFTWARE TOOLKITS ON THE CASE OF A HANDLING COMPANY IN AN OPEN CLOUD ENVIRONMENT OF THE VIRTUAL COMPUTER LAB

Rodionov Aleksandr V.<sup>1</sup>, Belov Mikhail A.<sup>2</sup>, Balashova Marina V.<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Student;

Dubna State University;  
19 Universitetskaya Str., Dubna, Moscow region, 141980, Russia;  
e-mail: roav.17@uni-dubna.ru.

<sup>2</sup>PhD in Engineering sciences, associate professor;  
Dubna State University;  
19 Universitetskaya Str., Dubna, Moscow region, 141980, Russia;  
e-mail: belov@uni-dubna.ru.

<sup>3</sup>Senior teacher;  
Dubna State University;  
19 Universitetskaya Str., Dubna, Moscow region, 141980, Russia;  
e-mail: balashova.m.v@yandex.ru.

*The article describes the problem of modeling complex organizational systems, particularly in the context of ground handling companies. The authors propose a hybrid modeling methodology that combines the advantages of various approaches (ARIS, EEPС, BPMN, IDEF, and others). It also examines modeling tools and the capabilities of Virtual Computer Laboratory for researching, optimizing, and developing complex organizational systems. The results of the research can be useful for management, analysts, and business process modeling specialists looking to improve the efficiency of their organizations and ensure the successful operation of ground handling companies.*

**Keywords:** IT-education, education, IT-education development strategy, innovations in education, virtual computer laboratory, digital business transformation, modeling and optimization of business processes, system analysis and management, modeling of complex organizational systems, management, ARIS, BPWIN, IBM WebSphere, Bizagi Modeler, Microsoft Visio, SAP Signavio, Business Studio.

#### **For citation:**

Rodionov A. V., Belov M. A., Balashova M. V. Modeling complex organizational systems using the latest software toolkits on the case of a handling company in an open cloud environment of the Virtual Computer Lab. *System analysis in science and education*, 2023;(1):18-40 (in Russ). Available from: <https://sanse.ru/index.php/sanse/article/view/569>.

## **Введение**

В современном мире все большую роль играют сложные организационные системы, особенно в контексте применения новых технологий и инструментов, которые позволяют оптимизировать и улучшать процессы, снижать затраты и повышать эффективность работы предприятий. В связи с этим, исследование и моделирование таких систем становится актуальным направлением научных исследований. Актуальность исследования определяется несколькими ключевыми факторами.

Один из важных аспектов данного исследования заключается в использовании новейших программно-инструментальных средств для анализа и моделирования организационных систем. С развитием информационных технологий возникает возможность применения более функциональных инструментов для изучения сложных организационных структур, что позволяет получать более точные результаты и рекомендации для практической реализации.

Актуальность описываемого в данной статье исследования подкрепляется выбором хэндлинговой компании в качестве объекта исследования. Хэндлинговые компании являются важным звеном в обеспечении работы авиаперевозок, и их эффективность напрямую влияет на качество услуг и общую конкурентоспособность авиакомпаний. В связи с этим, исследование и оптимизация работы хэндлинговых компаний с использованием новейших методов и инструментов имеет значительный практический интерес.

Наконец, проведение исследования в открытой образовательной среде виртуальной компьютерной лаборатории позволяет обеспечить доступность полученных результатов и методик для широкого круга специалистов и студентов, а также стимулирует дальнейшее развитие научных исследований и сотрудничества в данной области.

Несмотря на динамичные изменения в области теории моделирования и оптимизации бизнес-процессов, основные понятия остаются неизменными. Бизнес-процессы – это совокупность взаимо-

связанных работ или мероприятий, нацеленных на создание конкретной работы, товара или услуги для потребителя; это определенная стабильно зацикленная последовательность действий, приводящая к определённой конечной цели, поставленной перед компанией. При этом, в описании бизнес-процессов компании важно делать акцент на сотрудниках, данных, информационных системах и т.д. В условиях цифровой трансформации возрастает роль реинжиниринга, поскольку требуется фундаментальное переосмысление и радикальное перепроектирование бизнес-процессов, необходимое для достижения существенных улучшений в ключевых для современного бизнеса показателях результативности, а также внедрения новейших программно-технологических решений для массового ИТ-обслуживания. Важно отметить, что для проведения успешного реинжиниринга необходимо получить максимальное представление о компании, с которой работает аналитик. Выполнение детального анализа с постепенным углублением и поиском проблем – залог успешного реинжиниринга.

Проведение реинжиниринга бизнес-процессов – это достаточно трудоемкая задача, ведь силы аналитиков и консультантов уходят на выявление проблемы, имеющих место быть при текущей организации бизнес-процессов, на проектирование «с нуля» или обновление текущих на правильные процессы, формирование или обновление регламентирующей документации, но такие затраты позволяют создать «идеальный» бизнес-процесс, удешевить или автоматизировать работу предприятия, или предоставить возможности для его расширения и полного контроля [1-5].

Сегодня существуют две основные классификации бизнес-процессов: расширенная и упрощенная. К расширенной относят следующие процессы:

- основные (направлены на предоставление товаров или услуг);
- сопутствующие (направлены на производство товаров или услуг);
- вспомогательные (применяются для реализации главных процессов);
- обеспечивающие (необходимы для функционирования прочих процессов);
- управление (направлены на реализацию управленческих функций);
- развитие (направлены на улучшение создаваемого товара или услуги).

Важно понимать, что сам по себе инжиниринг – это комплекс инструментов для формирования успешного бизнеса, и все используемые методы должны способствовать достижению поставленных целей. Основной целью реинжиниринга является обеспечение быстрого улучшения всех показателей бизнеса, над которыми проводится улучшение. Так как реинжиниринг отличается повышенными рисками, его практикуют нечасто, и перед его проведением важно провести детальный анализ, действительно необходимы ли изменения и улучшения, и оценить все преимущества и недостатки его проведения [6].

Очевидно, что чем крупнее и сложнее компания, тем сложнее процесс анализа и реализации предлагаемых изменений. В целом можно выделить некоторый общий основной перечень проблем, с которыми сталкиваются аналитики в ходе работы над крупными проектами:

- нежелание выходить из «зоны комфорта» в сочетании с большими амбициями руководства;
- наличие в команде менеджеров, неспособных оценить весь процесс в целом;
- ряд прошлых реорганизаций и «улучшений», не позволяющих провести реинжиниринг в полной мере;
- недостаточное количество инвестиций;
- ошибки руководства при управлении персоналом.

Пройдя через все этапы реинжиниринга успешно и миновав сложности можно получить ряд важнейших эффектов, таких как: высокая продуктивность как всего бизнеса в целом, так и отдельно взятого бизнес-процесса; повышение качества рабочей и управленческой среды; оптимизация процессов, включая редизайн организационной структуры компании, что несомненно положительно скажется на прибыли компании.

При проведении реинжиниринга в крупных компаниях одной из основных проблем является их сложная организационная структура, размеры компании, количество участников и разноплановость их работы. Построенные бизнес-модели при этом всегда должны быть взаимосвязаны, должны выполняться в одной общей методологии, обеспечивая тем самым полноту представления информации, взаимодополнение различных аналитических исследований и отчетов.

При проведении анализа работы сложных систем, больших распределенных сложных компаний в целом важно построение как статических моделей, которые показывают работу компании, выполнение отдельных бизнес-процессов компании, так и имитационное моделирование бизнес-процессов, для анализа которых наиболее важным фактором являются временные затраты, скорость выполнения операций и другие временные расчеты. При этом исследователи на начальных этапах часто сталкиваются с проблемой выбора методологии моделирования, взаимосвязей различных методологий и инструментария моделирования. В данной статье на примере конкретно взятой компании будут рассмотрены вопросы моделирования и анализа некоторых бизнес-процессов с применением различных нотаций, а также представлен вариант построения имитационной модели.

Также очень важно разрабатывать и применять методы моделирования сложных организационных систем с использованием новейших программно-инструментальных средств, например, в открытой образовательной среде виртуальной компьютерной лаборатории. В рамках развития научной мысли необходимо непрерывно изучать и обобщать существующие подходы и методы моделирования организационных систем, а также проводить анализ возможностей и ограничений применения программно-инструментальных средств в данной области.

Выбранный объект исследования – хэндлинговая компания – несёт в себе значительную актуальность и практическую значимость, т.к. результаты такой работы позволяют определить особенности организационной структуры и основных процессов хэндлинговой компании, выявить ключевые проблемы и потенциал для оптимизации, что существенным образом сможет повысить безопасность перелётов и улучшить качество работы крупных аэропортов. На примере конкретной компании будет проведена попытка оценить эффективность применения разработанных методов и инструментов, а на основе полученных результатов выработать рекомендации по внедрению предложенных изменений в практику хэндлинговой компании, а также обобщить полученные знания и опыт для дальнейшего распространения результатов исследования в открытой образовательной среде виртуальной компьютерной лаборатории, а также определить перспективы развития данной области научных исследований.

## **Сравнительный анализ программно-инструментальных средств моделирования**

Сравнительный анализ инструментальных средств моделирования бизнес-процессов, таких как *ARIS*, Бизнес Студия, *IBM WebSphere* и *BPWIN*, позволяет определить наиболее подходящий инструмент для конкретной организации или задачи. Рассмотрим основные характеристики этих инструментов:

- *Software AG ARIS (Architecture of Integrated Information Systems)* [7]:

Преимущества:

- Широкая функциональность и поддержка множества методологий (включая *EPC*, *BPMN* и *UML*);
- Интеграция с различными системами, такими как *ERP*, *CRM* и *BI*;
- Мощные аналитические инструменты и возможности по управлению изменениями.
- Возможность совместной работы.

Недостатки:

- Высокая стоимость и сложность в освоении;
- Требование значительных ресурсов на внедрение и поддержку.

- *Business Studio*:

Преимущества:

- Простота и интуитивность интерфейса, удобство использования;
- Поддержка русского языка и адаптация к российским стандартам;

- Наличие библиотеки типовых процессов и шаблонов.

Недостатки:

- Ограниченная функциональность и поддержка методологий по сравнению с некоторыми международными аналогами;
- Отсутствие мощных аналитических инструментов.

- *Bizagi Modeler*:

Преимущества:

- Бесплатность и простота в использовании;
- Поддержка *BPMN 2.0* и других методологий;
- Возможность совместной работы и обмена моделями с другими пользователями.

Недостатки:

- Отсутствие интеграции с некоторыми популярными системами и сервисами;
- Ограниченная функциональность по сравнению с платными аналогами.

- *IBM WebSphere*:

Преимущества:

- Богатый функционал и поддержка различных методологий, включая *BPMN* и *UML*;
- Интеграция с *IBM*-технологиями и продуктами;
- Возможности по автоматизации и оптимизации процессов.

Недостатки:

- Сложность интерфейса и высокие требования к квалификации пользователей;
- Высокая стоимость и ресурсоемкость внедрения.

- *SAP Signavio Process Manager*:

Преимущества:

- Облачная архитектура и возможность совместной работы;
- Мощные аналитические инструменты и поддержка *BPMN 2.0*, *DMN* и других методологий;
- Интеграция с другими системами и сервисами.

Недостатки:

- Высокая стоимость и сложность в освоении для новых пользователей;
- Требования к интернет-соединению для доступа к облачным сервисам.

- *Microsoft Visio*:

Преимущества:

- Простой и интуитивный интерфейс, легко осваиваемый пользователями;
- Интеграция с другими продуктами *Microsoft*, такими как *Office* и *SharePoint*;
- Большое количество готовых шаблонов и символов для моделирования.

Недостатки:

- Ограниченная функциональность и поддержка методологий по сравнению с специализированными инструментами;
- Отсутствие мощных аналитических возможностей и автоматизации процессов.

- *BPWIN (Business Process Modeler)* [8, 9]:

Преимущества:

- Поддержка *IDEF*, *DFD* и других методологий;
- Простой и интуитивный интерфейс;
- Возможность генерации документации и отчетов.

Недостатки:

- Ограниченная функциональность по сравнению с некоторыми конкурентами;
- Отсутствие поддержки *BPMN* и других современных подходов.

При выборе инструментального средства моделирования бизнес-процессов следует учитывать множество факторов, таких как стоимость, функциональность, поддерживаемые методологии, возможность интеграции с другими системами и технологиями, а также специфику организации и ее потребности. Инструмент должен быть простым в использовании, гибким и обеспечивать эффективное моделирование и анализ бизнес-процессов для достижения поставленных целей.

### ***Преимущества открытой облачной среды на базе виртуальной компьютерной лаборатории для развёртывания программно-инструментальных средств моделирования***

Для работы с современными информационными технологиями и сложными программно-технологическими решениями, выпускникам ИТ направлений необходимо иметь глубокие теоретические знания, а также практические умения и навыки. Для подготовки таких специалистов требуется глубокое понимание предметной области, платформенное или даже экосистемное мышление на уровне концепций и методологий, владение последними технологиями, а также использование эффективных и инновационных инструментов, одним из которых является учебный дата-центр «Виртуальная Компьютерная Лаборатория» (ВКЛ). Учебный центр является гиперконвергентным комплексом, который обеспечивает предоставление вычислительных ресурсов в форме облачных сервисов, позволяет контролировать учебные активности учащихся, управлять их поведением внутри лаборатории, выдавать рекомендации и готовые шаблоны с помощью экспертной системы, а также интегрирует систему управления знаниями, что позволяет говорить об однородной образовательной среде, в которой, например, присутствуют элементы наглядного пиктографического представления внутренних операционных ресурсов, снижающие порог вхождения, а также реализована частичная автоматизация основных технологических операций. Это способствует снижению порога вхождения и способствует более быстрому получению образовательных результатов. Такая облачная образовательная среда позволяет предоставлять учащимся возможности для развёртывания и изучения современных информационных систем и новейших достижений информационных технологий, сопутствующих теорем и алгоритмов для создания перспективных программно-технологических решений в области цифровой трансформации и ИТ-сервисов массового обслуживания. Причем учащиеся могут делать это как самостоятельно, так и посредством совместной работы в рамках аудиторных практических занятий и их последующего продолжения посредством онлайн коллаборации. Принципиально важной и отличительной чертой учебного дата-центра «Виртуальная Компьютерная Лаборатория» являются принципы самоорганизации, которые предоставляют возможность перейти от системы жестких политик безопасности, без которых не может нормально функционировать ни один классический компьютерный класс, к системе без каких-либо ограничений прав и свобод учащихся в области развёртывания и использования программного обеспечения, что позволяет не только продуктивно учиться, но и развивать чувство личной ответственности, уважение к коллегам, а также развивать и укреплять основные культурные ценности в университетской среде [10-29].

Опыт Института системного анализа и управления (ИСАУ) Государственного университета «Дубна» может быть перенесён выпускниками и в хэндлиговую компанию АО «*UTG Group*» для облегчения процесса анализа, оптимизации и внедрения изменений, тестировать программно-инструментальные средства и среды, создавать, тестировать и адаптировать модели, симулировать различные сценарии и оценивать результаты без необходимости внедрения изменений в реальной системе. Использование виртуальной компьютерной лаборатории (ВКЛ) в данном контексте может принести следующие преимущества:

- **Безопасность и надежность:** ВКЛ позволяет аналитикам и экспертам по моделированию проводить эксперименты и анализировать бизнес-процессы в контролируемой и безопасной среде, минимизируя риски, связанные с внедрением изменений в реальной системе.
- **Экономия времени и ресурсов:** ВКЛ ускоряет процесс моделирования и анализа, так как эксперименты и тесты могут быть проведены параллельно, без затрат на реализацию изменений в реальной системе. Это позволяет сократить время на выработку оптимальных решений и улучшение бизнес-процессов.
- **Гибкость и масштабируемость:** ВКЛ помогает проводить эксперименты с различными моделями, методами и инструментами, что упрощает процесс выбора оптимальных подходов для конкретной организации. Кроме того, ВКЛ могут быть масштабированы для работы с большим объемом данных и сложными моделями.
- **Обучение и развитие:** ВКЛ может быть использована для обучения сотрудников и развития их навыков в области моделирования организационных систем, а также для обмена опытом и знаниями между экспертами.
- **Коллаборация и коммуникация:** ВКЛ обеспечивает платформу для совместной работы аналитиков, экспертов по моделированию и других специалистов, что способствует развитию инновационных идей и улучшению организационных процессов.
- **Прототипирование и валидация:** ВКЛ может использоваться для создания прототипов моделей и проверки их работоспособности перед внедрением в реальную систему. Это позволяет обнаружить и исправить ошибки и несоответствия заранее, снижая риски и издержки, связанные с реализацией изменений.
- **Распределенная работа:** ВКЛ обеспечивает возможность работы с экспертами и аналитиками, находящимися в разных местах, что способствует обмену знаниями и опытом между специалистами из разных регионов и стран.
- **Мониторинг и контроль:** ВКЛ позволяет отслеживать изменения в моделях и процессах в режиме реального времени, что облегчает процесс управления и контроля над разработкой и внедрением новых решений.
- **Документирование и архивация:** ВКЛ обеспечивает удобное хранение и доступ к документации, связанной с моделированием организационных систем, что способствует сохранению знаний и опыта в компании, а также упрощает процесс передачи информации между сотрудниками и отделами.
- **Интеграция с другими системами:** Виртуальные лаборатории могут быть интегрированы с другими информационными системами и технологиями, такими как системы управления проектами, CRM, ERP и другие, что позволяет создавать более сложные и детализированные модели организационных систем.

В целом, использование Виртуальной компьютерной лаборатории в контексте моделирования сложных организационных систем может значительно повысить эффективность и качество анализа и оптимизации бизнес-процессов. ВКЛ предоставляет удобную платформу для исследования различных сценариев и стратегий, что позволяет компаниям лучше понимать свои текущие проблемы и потенциал для роста. В результате применения Виртуальной компьютерной лаборатории в контексте моделирования сложных организационных систем компании могут получить более точные и надежные модели своих процессов, ускорить процесс внедрения изменений и повысить общую эффективность своей работы.

## ***Исследование актуальных проблем хэндлинговых компаний***

Объекты авиации и авиация в целом – одна из самых сложных современных систем в мире, требующая постоянного контроля и технического обслуживания. От бесперебойной и правильной работы всех структур системы зависит прибудет ли пассажир вовремя с должным уровнем комфорта.

Хэндлинг – это наземное обслуживание воздушных судов на перроне, противообледенительная обработка, работа с экипажами, техническое обслуживание и ремонт воздушных судов, обслуживание пассажиров (регистрация пассажиров, обслуживание в бизнес-залах, представительские услуги в аэропорту, паспортно-визовый контроль, кассовые стойки и пр.). Своевременное и качественное

выполнение всех этих процессов позволят аэропортам исправно функционировать. Более того — грамотная и быстрая работа хэндлинговых компаний позволяет увеличить пропускную способность воздушных гаваней. Одной из лидирующих хэндлинговых компаний в России является АО “*UTG Group*”.

Хэндлинговые компании, как правило, являются большими сложными организациями, в которых важно не только соблюдать учет и контроль за всеми аспектами их работы, но и максимально ускорить работу. На помощь приходят четко отлаженные бизнес-процессы и информационные системы, ведь они позволяют оптимизировать и, в большинстве случаев, автоматизировать работу компании, что позволяет не только ускорить работу компании, но и снизить риски ошибок, которые могут стоить очень дорого для любой компании.

При анализе и реинжиниринге бизнес-процессов в таких больших компаниях как “*UTG Group*” (для которых характерно наличие большого количества различных систем, задач и участников, и которые, в свою очередь, создают огромное количество процессов), важно правильно определить нотацию описания этих бизнес-процессов, которая не просто позволяет быстро и грамотно построить и проанализировать бизнес-процессы компании, но и позволяет аналитику диагностировать недостатки в работе процесса, быстро донести содержание построенной схемы для стороннего слушателя (возможно, не посвященного, или частично знакомого с нюансами и особенностями бизнес-моделирования).

*UTG Group* – это группа российских компаний, основанная в 1998 году. Бизнес компании полностью связан с авиационной деятельностью: услуги по наземному обслуживанию воздушных судов, от осуществления регистрации пассажиров, транспортного обслуживания и ремонта, противообледенительной обработки воздушных судов, предоставления в аренду наземной авиационной техники до организации грузоперевозок и экспресс-доставки корреспонденции. На данный момент в состав группы входят 10 компаний обеспечивающие полный цикл обслуживания воздушных судов в аэропортах (см. рис. 1).

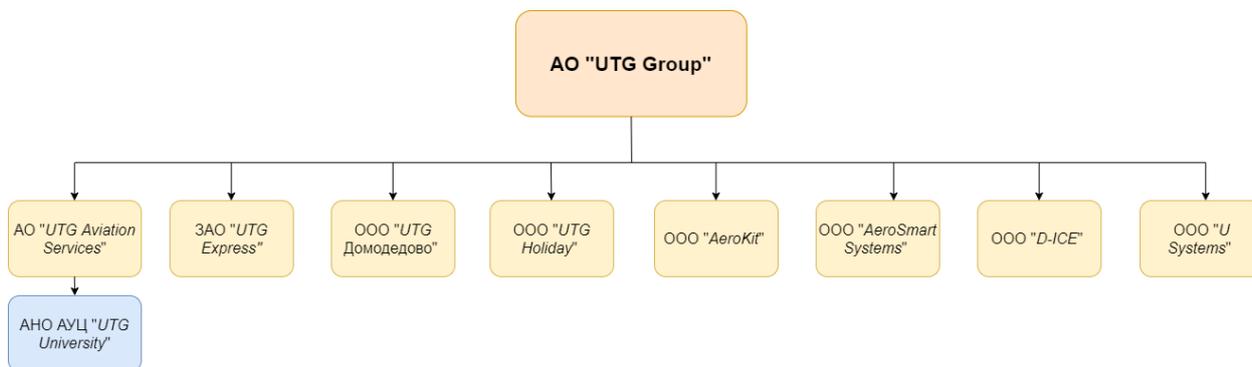


Рис. 1. Организационная структура АО “*UTG Group*”

В ходе первичного анализа компании была выявлено, что “*UTG Group*” является крупной и достаточно молодой по современным меркам компанией. Для предоставления всех необходимых услуг и выполнения работ компании необходимо огромное количество информационных систем (ИС), основная цель применения которых – улучшение, ускорение и автоматизирование некоторых направлений деятельности компании. Было выявлено, что одной из слабых сторон компании является наличие в группе компаний множества разрозненных и несвязанных между собой ИС, которые используются одними и теми же сотрудниками.

Объекты авиации и авиация в целом представляют собой одну из самых сложных современных систем в мире, что требует постоянного контроля и технического обслуживания. Бесперебойная и правильная работа всех структур системы обеспечивает своевременное прибытие пассажиров с нужным уровнем комфорта. Хэндлинговые компании играют ключевую роль в обеспечении эффективного функционирования аэропортов, поскольку они отвечают за широкий спектр услуг и процессов. Компания “*UTG Group*” является одним из лидеров в сфере хэндлинга в России.

Авиационная индустрия является сложной и динамичной системой, требующей постоянного контроля и оптимизации бизнес-процессов для обеспечения эффективности работы и удовлетворения потребностей пассажиров.

Реинжиниринг бизнес-процессов в таких компаниях требует правильного выбора нотации описания и методов анализа, чтобы эффективно диагностировать недостатки и быстро обеспечить понимание схемы для сторонних слушателей.

В том числе и благодаря усилиям и стараниям аналитиков, сегодня “*UTG Group*” представляет собой успешный пример компании, предоставляющей полный цикл обслуживания воздушных судов в аэропортах и активно использующей информационные технологии для оптимизации своих бизнес-процессов.

## **Методы моделирования сложных организационных систем. Формирование гибридной методологии моделирования**

Для описания бизнес-процессов была сформирована гибридная методология моделирования включающая в себя *ARIS*, *eEPC*, *BPMN*, *IDEF*.

*ARIS (Architecture of Integrated Information Systems)* – это интегрированная методология моделирования бизнес-процессов, разработанная в Германии в 1990-х годах. *ARIS* предлагает универсальный подход к моделированию и анализу процессов с использованием нескольких уровней абстракции и различных типов моделей. Преимущества *ARIS* заключаются в гибкости, многоуровневом представлении процессов и возможности интеграции с другими системами. Однако, *ARIS* может быть сложным для понимания и требовать значительных знаний для эффективного использования [7].

*eEPC (Enhanced Event-driven Process Chain)* – методология, основанная на моделировании процессов с использованием цепочек событий и процессов. *eEPC* позволяет отображать последовательность действий и условия, при которых процесс переходит от одного состояния к другому. Преимущества *eEPC* включают простоту использования, ясность представления процессов и возможность использования в автоматизированных системах. Однако, *eEPC* может быть перегружена объектами ресурсного окружения или же в ней может не хватить гибкости для детализации сложных процессов с несколькими сценариями, в этом случае на помощь приходит методология *ARS*, с диаграммами окружения функции и/или матрицами сценариев процесса [7].

*BPMN (Business Process Model and Notation)* – стандарт моделирования бизнес-процессов, разработанный *OMG (Object Management Group)*. *BPMN* предлагает графическую нотацию для представления процессов, включая активности, события, шлюзы и другие элементы. Преимущества *BPMN* заключаются в интуитивности, международном признании стандарта и возможности применения в различных областях. Однако, *BPMN* может быть сложным для понимания, особенно при работе со сложными процессами [30].

*IDEF (Integration DEFinition)* – это набор методологий, разработанных для поддержки интеграции информационных систем и моделирования бизнес-процессов. *IDEF* включает различные подходы, такие как *IDEF0* (функциональное моделирование), *IDEF1X* (моделирование данных) и *IDEF3* (моделирование процессов). Преимущества *IDEF* заключаются в структурированности, универсальности и гибкости, что позволяет адаптировать методологию к различным областям и задачам. Однако, *IDEF* может быть сложным для понимания и требовать специальной подготовки для эффективного использования [6,9,31].

Помимо рассмотренных методологий, существуют и другие подходы, которые могут быть использованы при моделировании бизнес-процессов, например, *UML (Unified Modeling Language)*, *DFD (Data Flow Diagrams)*, сети Петри (*Petri Nets*) и другие. Например, *UML* предоставляет набор диаграмм для представления структурных и поведенческих аспектов системы, включая диаграммы классов, состояний, деятельности и последовательности. Сети Петри основаны на концепции мест (*places*), переходов (*transitions*) и токенов (*tokens*), которые используются для представления состояний и действий в системе. Моделирование сложных систем можно проводить на основе качественных количественных переменных, а также обратных связей между ними используя дифференциальные уравнения и компьютерное моделирование для анализа динамики системы и ее поведения во времени. Также может применяться подход, основанный на использовании автономных агентов,

которые взаимодействуют между собой и окружающей средой для представления сложных организационных систем. Агенты могут иметь различные свойства, цели и правила поведения, что позволяет моделировать разнообразные сценарии и анализировать динамику системы. Иногда полезным для применения оказывается метод *DEVS (Discrete Event System Specification)*, с помощью которого возможно моделирование дискретных событийных систем, что позволяет строить иерархические модели с использованием атомарных и совокупных компонентов. *DEVS* подходит для моделирования сложных систем с дискретными событиями, таких как производственные процессы, транспортные системы и коммуникационные сети. Для анализа и моделирования сложных социальных и организационных систем, можно применять *SSM (Soft Systems Methodology)*, которая основывается на системном мышлении и учете множества взаимосвязанных факторов. *SSM* акцентирует внимание на проблемах, целях и интересах участников системы, а также на процессе обучения и изменениях в дополнение к матричным методам, которые применяются для анализа структурных связей и взаимодействий между элементами системы, а также для идентификации паттернов и трендов [1, 2, 4, 32-36].

Однако их исследование выходит за рамки данной статьи, т.к. авторы руководствовались принципом «необходимости и достаточности», а также текущем уровнем зрелости выбранного объекта исследования. Сравнение различных методологий моделирования позволяет определить наиболее подходящий подход для конкретной задачи или организации и тут важно не увлечься в желаниях и стремлениях «объять необъятное». Необходимо учитывать такие факторы, как сложность процессов, требования к детализации и абстракции, доступность инструментов и знания сотрудников. Именно поэтому для получения оптимального результата была выбрана комбинация *ARIS, eEPC, BPMN, IDEF*, опираясь на предпочтения всех заинтересованных лиц и выполнена адаптация к специфике организации и задачам.

Не смотря на то, что использование разных подходов и принципов может усложнить процесс моделирования и анализа, требуя более высокой квалификации и знаний со стороны специалистов, а комбинирование различных методологий может привести к отсутствию четких стандартов и правил, что может затруднить обмен данными, совместную работу и интеграцию с другими системами, где разработка и внедрение гибридной методологии может потребовать значительных временных и финансовых затрат, особенно на начальных этапах, когда требуется анализ и выбор подходящих подходов, а также обучение сотрудников гибридная методология обладает такими преимуществами как:

- Гибкость: использование различных подходов позволяет адаптировать методологию к конкретным требованиям и ситуациям, учитывая особенности организации и бизнес-процессов.
- Комплексный подход: гибридная методология может учитывать разные аспекты моделирования, такие как функциональность, структуру, данные и поведение, что способствует более полному пониманию процессов и их взаимосвязей.
- Универсальность: применение гибридной методологии может быть эффективным в различных отраслях и областях, так как она сочетает преимущества разных подходов и может быть адаптирована под специфические требования.
- Расширяемость: гибридная методология может быть дополнена или модифицирована при появлении новых потребностей или изменении условий, что делает ее более устойчивой и долгосрочной.

Важно помнить, что от выбора и способа описания бизнес-процессов во многом зависят сроки реализации и успех внедрения решения. Рассмотрим эти нотации на примере создания бухгалтерской отчетности рассматриваемой компании.

Задачу на создание бухгалтерской отчетности ставит финансовый директор согласно заданным срокам сдачи этой отчетности. Ответственным за создание такого отчета выступает главный бухгалтер. Ему важно знать, отражены ли доходы в системе. Если доходы не отражены, то бухгалтер учета доходов выгружает реестр выполненных услуг и отражает их в «1С: Бухгалтерия предприятия», заместитель главного бухгалтера проверяет корректность отраженных доходов, и, если отражение не корректно процедура повторяется. Далее для создания отчета необходимо убедиться, что отражены расходы, если они не указаны в системе, то бухгалтер, отвечающий за расходы, должен получить все необходимые документы от контрагентов и на основе этих документов отразить расходы в системе «1С: Бухгалтерия предприятия», заместитель главного бухгалтера проверяет корректность всех расходов и если они являются некорректными, то процедура повторяется. Следующим этапом проверяя-

ется проведена ли банковская выписка, если нет, то экономист сектора казначейства выгружает выписку из банк-клиента и отражает ее в системе. После важно убедиться что все начисления по заработной плате отражены в «1С: Бухгалтерия предприятия», если это не сделано, то бухгалтер по расчету заработной платы сначала убеждается отражена ли зарплата в «1С: Зарплата и управление персоналом», если отражения нет, то он проводит все необходимые расчеты и отражения, и после все необходимые данные выгружает из «1С: Зарплата и управление персоналом» в «1С: Бухгалтерия предприятия», заместитель главного бухгалтера проверяет что все расчеты корректны, и если нет, то процедура повторяется. После успешного отражения всех данных главный бухгалтер формирует бухгалтерскую отчетность и проверяет ее. Если отчетность является некорректной, то начинают искать проблему и формируют отчет заново. После готовая отчетность предоставляется финансовому директору, совету директоров или в государственные органы.

## IDEF

С помощью методологии функционального моделирования *IDEF*, изучаемый бизнес-процесс предстает в виде набора взаимосвязанных функций (функциональных блоков). В методологии применяются принцип декомпозиции функций, то есть разбиение какого-либо сложного процесса на его составляющие функции. Такой принцип позволяет постепенно и структурированно представлять модель схемы в виде иерархической структуры отдельных диаграмм, что делает ее менее перегруженной.

Для работы с бизнес-процессами будем использовать нотацию *IDEF3*, специально разработанную для описания одновременно технологических и бизнес-процессов, и простым рассматриваемый бизнес-процесс (см. рис. 2).

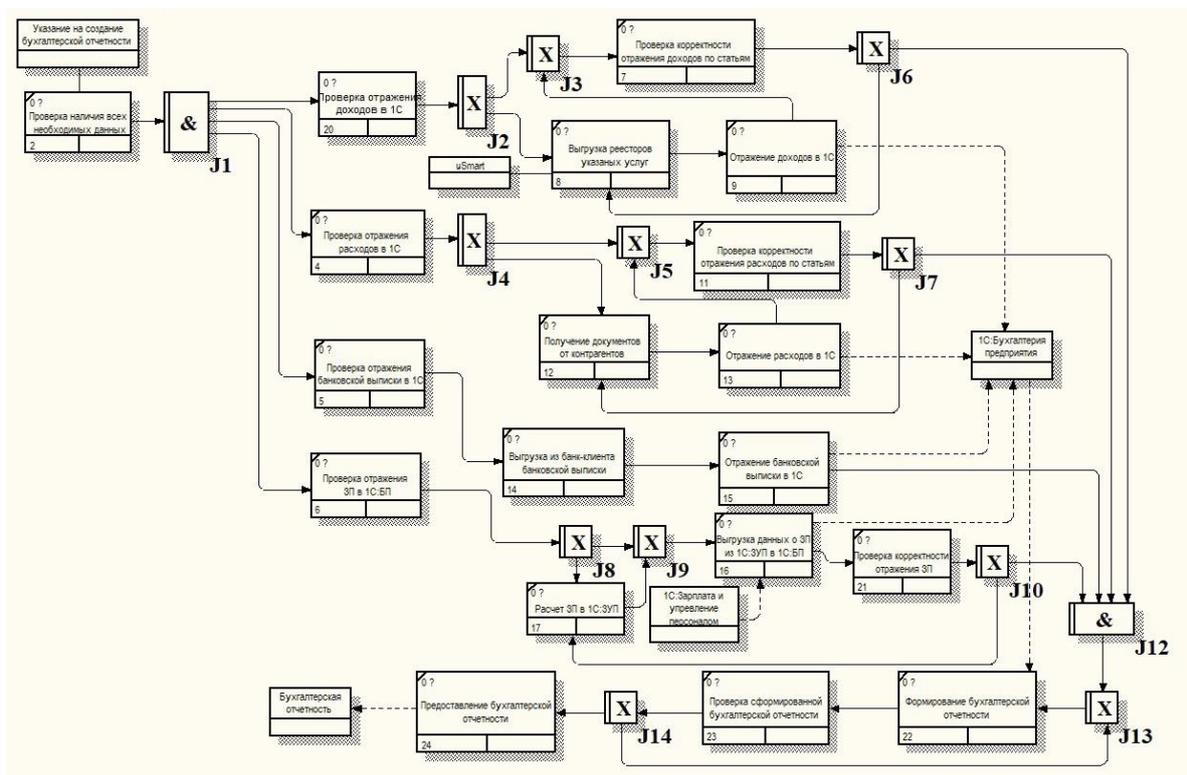


Рис. 2. Процесс создания бухгалтерской отчетности в нотации *IDEF3*

В результате работы с данной нотацией можно выделить ряд плюсов и минусов [9, 31]:

Плюсы:

- простота, так как используется всего 5 основных объектов описания;
- возможность детальной детализации процессов, что позволяет рассматривать процесс с разных точек зрения, но в поставленной задаче такой необходимости не возникает;
- возможность взаимодействия с другими нотациями семейства *IDEF*.

Минусы:

- неудобство описания и чтения бизнес-процессов;
- чрезмерная формализация нотации, что бывает не только малоэффективно, но и вредно в силу специфики нотации;
- отсутствие привязки к субъектам (должностям, подразделениям и т.д.) что не позволяет в полной мере увидеть бизнес-процесс;
- сложная схема быстро перегружается, что требует четко продумывать процессы и их детализацию на этапе подготовки к описанию;
- отсутствие цветовой наглядности для разбора полученного бизнес-процесса.

Таким образом можно сделать вывод, что данная нотация не только не подходит для задач, включающих в себя большое количество процессов с большим количеством участников, но и сама по себе устарела, что является ее существенным недостатком.

## **eEPC**

*eEPC* – это событийная цепочка процессов, используемая для описания процессов нижнего уровня, и по сути представляет собой упорядоченную комбинацию событий и функций. Для каждой функции могут быть определены начальные и конечные события, участники, исполнители, материальные и документальные потоки, а также возможности проведения декомпозиции на более низкие уровни. Рассмотрим процесс создания бухгалтерской отчетности в нотации *eEPC* (см. рис. 3).

В результате работы с данной нотацией можно выделить ряд ее плюсов и минусов [7]:

Плюсы:

- логика построения легка и понятна;
- большое количество предоставленных элементов для описания бизнес-процессов;
- возможность отражения важнейших процессов.

Минусы:

- невозможность определения взаимодействий между участниками процесса;
- нотация не ориентирована на большие бизнес-процессы, в случае построения которых придется проводить детализацию.

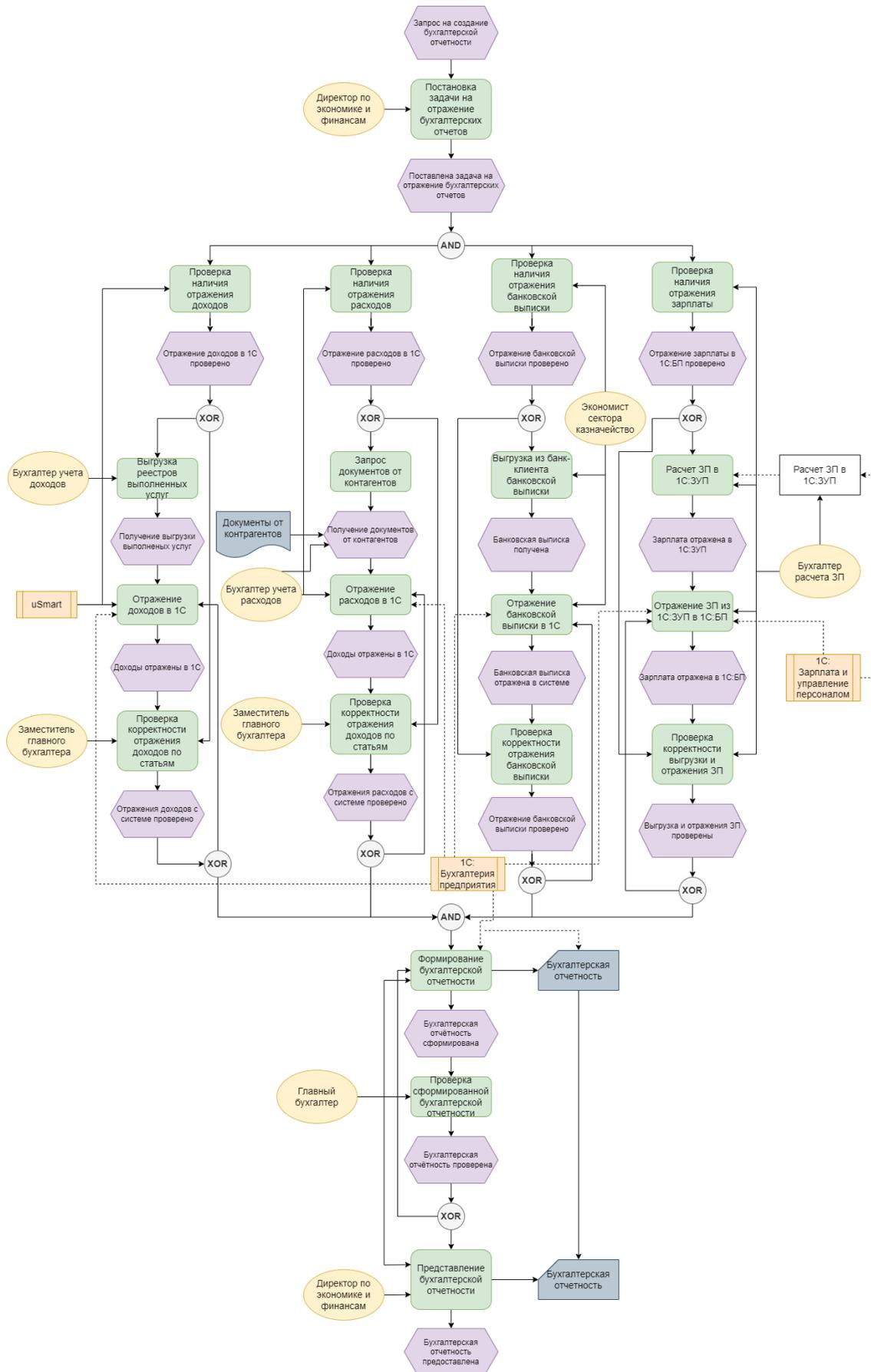


Рис. 3. Процесс создания бухгалтерской отчетности в нотации eEPC

## BPMN

*BPMN* – это спецификация, содержащая графическую нотацию описания бизнес-процессов на диаграммах, называемых *BPD* (дословно переводится как «диаграмма бизнес-процессов»). Эта спецификация была разработана в 2001-2004 годах, и основной целью разработки было получение нотации, легко понимаемой всеми пользователями: от бизнес-аналитика, и до людей бизнеса, которые просто управляют и контролируют работу описываемых процессов) [30, 32]. Целью спецификации является стандартизировать нотацию моделирования бизнес-процессов при наличии множества других различных нотаций. *BPMN* позволяет описывать множество типов моделирования и допускает создание сквозных бизнес процессов, а структурные элементы *BPMN* позволяют легко проводить различия между участками схемы, что позволяет с помощью простого механизма создавать различные модели бизнес-процессов понятные любому пользователю (см. рис. 4).

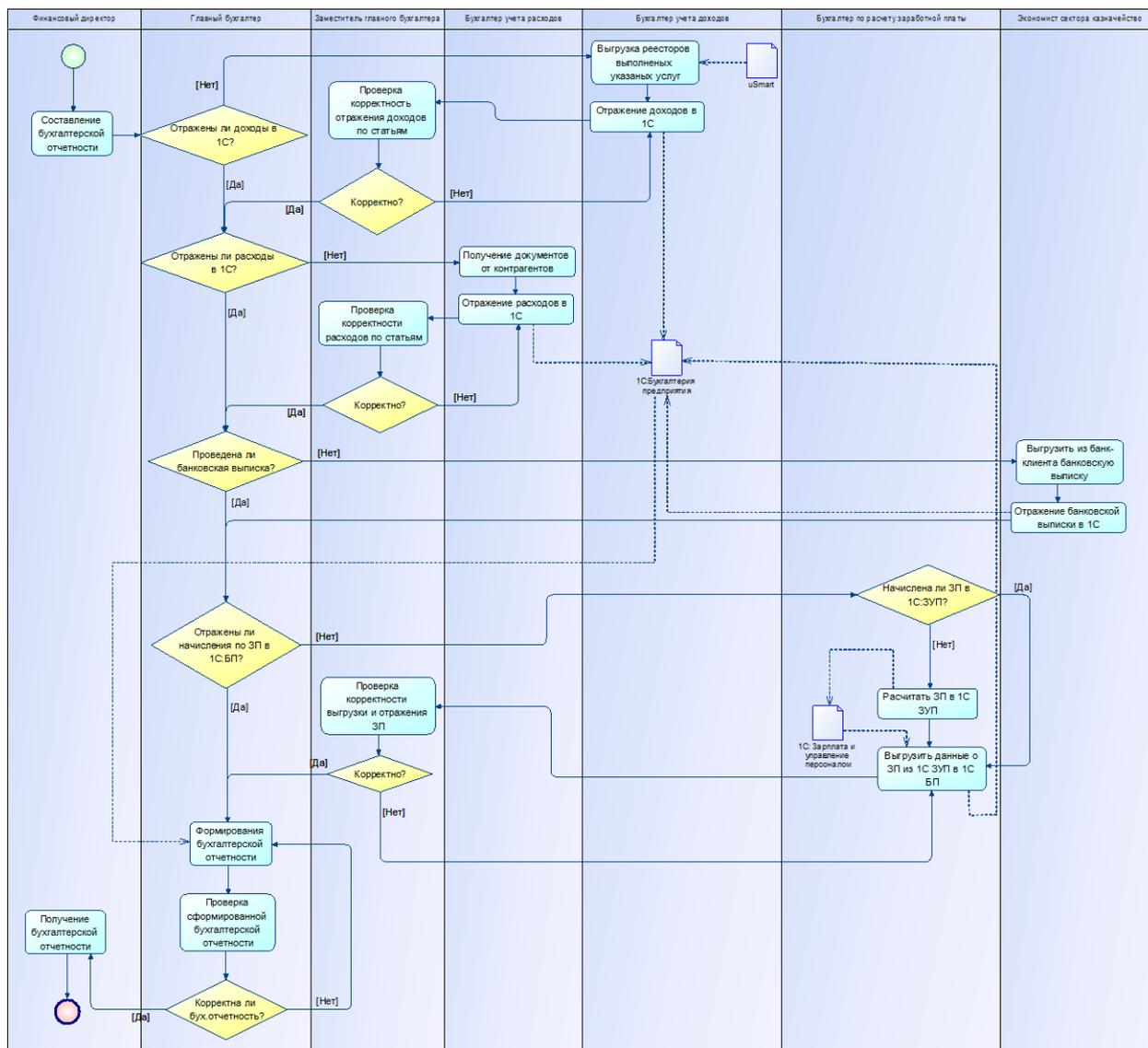


Рис. 4. Процесс создания бухгалтерской отчетности в нотации BPMN

В результате работы с данной нотацией можно выделить ряд плюсов и минусов [30]:

Плюсы:

- многофункциональность и простота использования;
- удобство в объяснении и презентации полученных схем;
- наличие «дорожек», позволяющие четко описывать работу каждого субъекта;
- нотация подходит для описания как небольших бизнес-процессов, так и для больших;

- сложность перегрузки схем в данной нотации;
- возможность деления событий на типы;
- возможность создания своих собственных символов, для своих конкретных нужд.

Минусы:

- высокий уровень вхождения по сравнению с другими нотациями, так как в *BPMN* очень много понятий и терминов, которые важно и нужно правильно применять.

В ходе изучения различных методов моделирования сложных организационных систем было выявлено, что гибридная методология, объединяющая сильные стороны нескольких подходов, может обеспечить более точный и глубокий анализ бизнес-процессов и структур. Рассмотренные методы моделирования, такие как *ARIS*, *eEPC*, *BPMN* и *IDEF*, демонстрируют свои преимущества и недостатки, но их комбинация позволяет учитывать специфику и требования организации и ситуаций.

Гибридная методология моделирования предоставляет возможность учитывать различные характеристики (в том числе и динамические) и многообразие факторов, влияющих на организационные системы. Это способствует созданию более реалистичных и надежных моделей, которые могут быть использованы для определения слабых мест и возможностей для оптимизации и развития компаний.

В целом, применение гибридной методологии моделирования в сложных организационных системах позволяет достичь более точного анализа и определения стратегий развития, что в конечном итоге ведет к повышению эффективности, надежности и устойчивости организации в текущих условиях.

## Имитационное моделирование

Отдельный класс представляют задач, в которых важно не только увидеть весь процесс, но и оценить ресурсные и экономические возможности, целесообразность регламента выполнения бизнес-процесса. Классические бизнес-модели в базовых конфигурациях не позволяют решить эти вопросы, однако существует ряд решений, основанных на классических бизнес-моделях, позволяющий имитировать выполнение процесса, и благодаря имитационному моделированию оценить и проанализировать все интересующие параметры в процессе выполнения.

Имитационное моделирование – это метод исследования процессов и системы, основывающийся на создании модели, воспроизводящий структуру, события и процессы реальной системы, а также проведения экспериментов и анализа на модели. Ключевой особенностью имитационного моделирования является динамическое описание процесса и задачи, а также алгоритмический подход к описанию поведения системы. Такой способ подхода к проблеме позволяет визуализировать и замерить процессы в системе, воссоздавать текущие процессы и оценивать их, а также проводить модернизацию и оценку процессов до вложения большого количества финансов в реинжиниринг.

Имитационные модели значительно сложнее обычных бизнес-моделей, поскольку в каждый процесс закладываются его свойства, например время на выполнение, отклонения от среднего времени выполнения, максимальная и минимальная пропускная способность процесса, а также что необходимо для выполнения процесса и что получается на выходе. Сбор большого количества параметров и свойств процессов усложняют и повышают стоимость первичного анализа процесса, однако это компенсируется экономическими рисками при модернизации рассматриваемого процесса.

Существует несколько видов имитационного моделирования:

- Моделирование функционирования, применяемое на стадии разработки концепции для формирования требований, оценки функционирования и поиска альтернативы;
- Моделирование эффективности системы, используемое для оценки эффективности, и поиска альтернативных способов процесса;
- Моделирование условий применения, применяют при оценке возможности использования системы на этапе концепции системы;
- Физическое моделирование, создается для физического исследования поведения системы, чаще используется при инженерных разработках.

Отдельно стоит выделить класс задач и процессов при реинжиниринге, которые не только удобно решать с помощью имитационного моделирования, но и просто необходимо:

- Оценка возможности автоматизации процесса;
- Анализ времени процесса;
- Анализ ресурса, доступность и затраты;
- Анализ календаря (например, оценка процесса на 1 год).

Для имитационного моделирования одними из самых популярных нотаций являются *eEPC* и *VRPN*. Рассмотрим возможности имитационного моделирования на процессе формирования и учета сопроводительной документации (путевых листов) для транспортных средств (ТС).

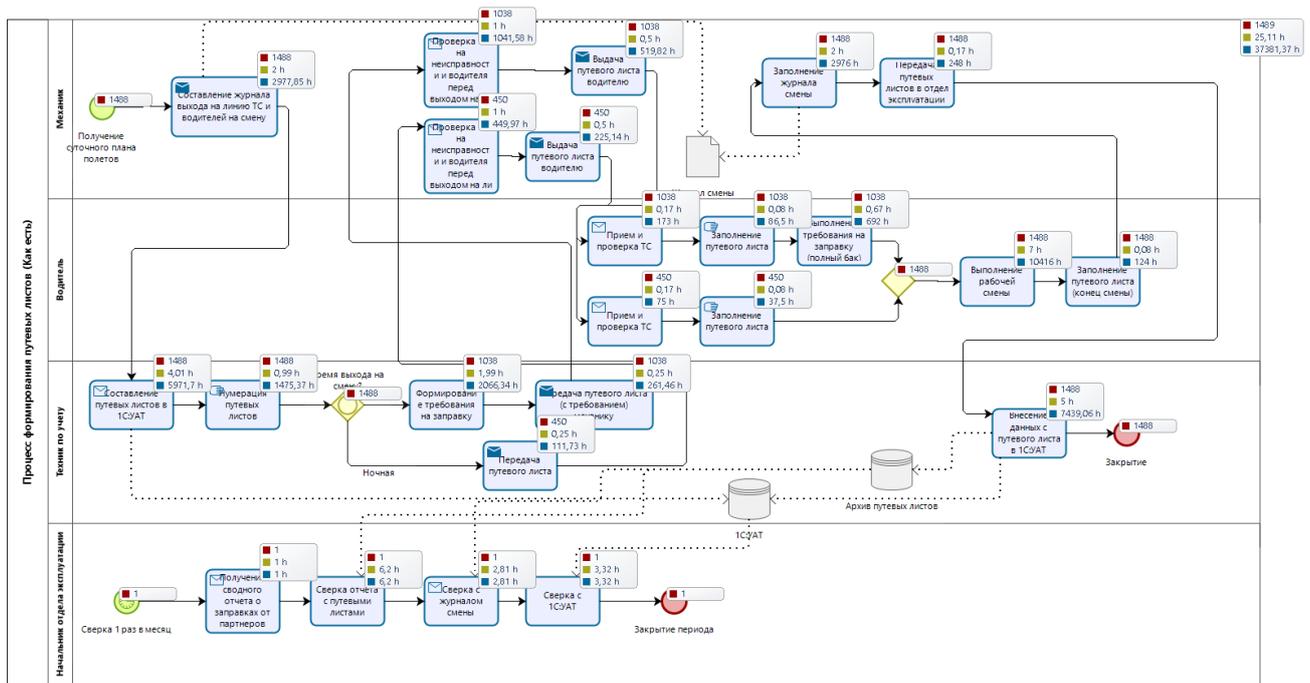


Рис. 5. Процесс формирования путевых листов в нотации VRPN с помощью имитационного моделирования

Процесс начинается с получения суточного плана работ, согласно плану, механик составляет журнал выхода на линию транспортных средств и водителей, после техники по учету формируют путевые листы на каждое ТС и нумеруют их для дальнейшего учета в системе. Каждый день, на дневную смену, ТС заправляется до полного бака у поставщика партнера, для этого формируется требование на заправку для водителя и поставщика, документация передается механику, который проводит проверку ТС и водителя, после чего водитель, в зависимости от времени суток смены, выполняет заправку, далее выполняет смену. После сдает путевой лист, механик заполняет журнал смены и передает путевые листы технику по учету, тот в свою очередь вносит всю информацию в систему (см. рис. 5).

Так, а рамках анализа, за счет имитационного моделирования, удалось выявить неэффективность процесса с точки зрения времени, что в дальнейшем позволило провести дорогой реинжиниринг процесса с учетом возможности компании, предварительно оценив эффективность предложенного решения.

Имитационное моделирование представляет собой метод анализа и представления реальных систем и процессов с использованием компьютерных моделей. Это позволяет исследовать и анализировать различные аспекты системы, не воздействуя на реальные объекты или ситуации, а также позволяет изучать процессы и сценарии без фактического воздействия на реальную систему, что снижает затраты на испытания, предотвращает возможные риски и экономит время.

Очень важно иметь возможность проводить эксперименты с разными входными данными, параметрами и условиями, что позволяет получить глубокое понимание системы и ее поведения в различ-

ных ситуациях. Имитационное моделирование позволяет анализировать и сравнивать различные варианты решений, что помогает определить наиболее оптимальные и эффективные стратегии управления и развития системы, а также оценивать потенциальные риски и проблемы, определять мероприятия и меры быстрого реагирования по их устранению или снижению, прежде чем они возникнут в реальной системе.

Имитационные модели позволяют наглядно представить процессы и структуры системы, что облегчает анализ и интерпретацию результатов. Кроме того, современные инструменты моделирования предоставляют разнообразные функции аналитики и визуализации для удобства заинтересованных лиц и может использоваться в качестве обучающего инструмента для персонала, позволяя изучать и понимать систему, а также пробовать новые подходы и стратегии без риска для реальных объектов или операций.

Представление и визуализация результатов имитационного моделирования облегчает общение и взаимодействие между различными участниками процесса, такими как эксперты, аналитики, руководители и другие заинтересованные стороны. При этом имитационное моделирование может быть интегрировано с другими методами анализа, такими как статистический анализ, машинное обучение или оптимизация, что расширяет возможности исследования и анализа системы.

Таким образом, имитационное моделирование предлагает ценные инсайты и информацию для оптимизации и развития организационных систем, повышая их эффективность, конкурентоспособность и устойчивость к переменам внешней среды.

После проведения моделирования программа предоставляет расширенный отчет по каждому процессу (см. табл. 1).

Таблица 1. Результаты имитационного моделирования

Имя	Тип	Начатые случаи	Минимальное время (h)	Максимальное время (h)	Среднее время (h)
Процесс формирования путевых листов (Как есть)	Процесс	1489	13.3359638694798	30.5474104026075	25.1050152531621
Получение суточного плана полетов	Начальное событие				
Составление журнала выхода на линию ТС и водителей на смену	Задача	1488	0.458836732404601	3.45616629365967	2.00124663916939
Выдача путевого листа водителю	Задача	1038	0.339942329936321	0.65064591214937	0.500792206910573
Заполнение журнала смены	Задача	1488	2	2	2
Передача путевых листов в отдел эксплуатации	Задача	1488	0.166666666666666	0.166666666666668	0.166666666666664
Проверка ТС на неисправности и водителя перед выходом на линию	Задача	1038	0.49297617477321	1.51468628945562	1.00344452556535
Заполнение путевого листа (конец смены)	Задача	1488	0.083333333333321	0.083333333333339	0.0833333333333296
Выполнение рабочей смены	Задача	1488	7	7	7
Выполнение требования на заправку (полный бак)	Задача	1038	0.666666666666666	0.666666666666668	0.666666666666662
Прием и проверка ТС	Задача	1038	0.166666666666666	0.166666666666668	0.166666666666665
Заполнение путевого листа	Задача	1038	0.083333333333321	0.083333333333339	0.083333333333335
Составление путевых листов в 1С:УАТ	Задача	1488	0.63171520556759	7.15762524425195	4.0132417300391
Нумерация путевых листов	Задача	1488	0.150779498115671	1.93108355407542	0.991514225974056
Формирование требования на заправку	Задача	1038	0.326839794024657	3.75126681149464	1.99069834853355
Передача путевого листа (с требованием) механику	Задача	1038	0.0786258877607402	0.418263222314069	0.251887758817071
Передача путевого листа	Задача	450	0.110877789915477	0.444851306977336	0.248289020456935
Внесение данных с путевого листа в 1С:УАТ	Задача	1488	1.05875528191058	8.2085060078997	4.99937070181269
Закрытие суток	Окончательное событие				
Получение сводного отчета о заправках от партнеров	Задача	1	1	1	1
Сверка отчета с путевыми листами	Задача	1	6.20109988068887	6.20109988068887	6.20109988068887
Сверка с журналом смены	Задача	1	2.81034515850513	2.81034515850513	2.81034515850513
Сверка с 1С:УАТ	Задача	1	3.32451883028576	3.32451883028576	3.32451883028576
Закрытие периода	Окончательное событие				

## Рекомендации для оптимизации и развития хэндлинговой компании

В результате проведенного исследования, были выявлены несколько ключевых аспектов, которые могут способствовать оптимизации и развитию хэндлинговой компании. Рекомендации для внедрения результатов исследования в практику компании включают следующие меры:

- Автоматизация процессов.

Внедрение автоматизированных систем и технологий, таких как роботизированные агенты, управление багажными системами и автоматическое управление транспортными средствами, может помочь сократить время обработки, уменьшить риск ошибок и повысить эффективность работы персонала.

- Улучшение системы менеджмента качества.

Разработка и внедрение современной системы менеджмента качества с применением стандартов *ISO* и других отраслевых стандартов обеспечит постоянное совершенствование процессов, улучшение качества услуг и повышение уровня удовлетворенности клиентов.

- Обучение и развитие персонала.

Инвестиции в обучение и развитие сотрудников, включая проведение тренингов, семинаров и воркшопов по различным аспектам хэндлинга, а также программы обмена опытом с другими хэндлинговыми компаниями, позволят улучшить профессиональные навыки персонала и повысить их мотивацию.

- Разработка и внедрение инновационных решений.

Проведение исследований и разработка новых технологий и решений в области хэндлинга, таких как дистанционное управление аэродромным оборудованием или использование беспилотных летательных аппаратов для контроля и обслуживания воздушных судов, может открыть новые возможности для оптимизации и развития компании.

- Постоянный мониторинг и анализ бизнес-процессов.

Регулярный анализ процессов с использованием методологий моделирования и инструментальных средств, таких как *BPMN*, *ARIS* или *IDEF*, позволит выявлять слабые места, определять приоритеты развития и внедрять корректирующие меры для улучшения и оптимизации бизнес-процессов. Постоянный мониторинг и анализ также позволят оперативно реагировать на изменения во внешней среде и внутренних потребностях организации, поддерживая адаптивность и гибкость системы.

- Бенчмаркинг и сравнительный анализ.

Сравнение бизнес-процессов с лучшими практиками и стандартами отрасли, а также с процессами конкурентов и партнеров, поможет определить возможности для улучшения и инноваций. Бенчмаркинг может служить основой для разработки стратегии развития и совершенствования бизнес-процессов.

- Обучение и развитие персонала.

Внедрение методологий моделирования и инструментальных средств в процесс обучения и развития сотрудников позволит повысить их компетенции в управлении и оптимизации процессов, а также способствовать культуре непрерывного совершенствования в организации.

- Проактивное управление рисками.

Моделирование бизнес-процессов и анализ различных сценариев развития системы могут помочь выявить потенциальные риски и угрозы для организации, а также разработать меры по их предотвращению или минимизации. Проактивное управление рисками повышает устойчивость и надежность системы.

- Интеграция и сотрудничество с партнерами.

Моделирование бизнес-процессов и использование стандартизированных методологий и инструментов могут облегчить интеграцию и сотрудничество между организациями, например, в рамках цепочки поставок или партнерских программ. Это способствует эффективности и синергии деятельности компаний.

- Повышение прозрачности и контроля.

Имитационное моделирование и визуализация бизнес-процессов упрощают мониторинг, контроль и отчетность по ходу работы системы, что в свою очередь обеспечивает высокий уровень прозрачности и управляемости организационной структуры.

- Обеспечение непрерывного улучшения.

Моделирование и анализ бизнес-процессов, основанные на методологиях и инструментальных средствах, создают условия для непрерывного улучшения процессов и системы в целом. Организации становятся способными адаптироваться к изменениям, инновациям и растущим требованиям рынка, обеспечивая свою конкурентоспособность и устойчивое развитие.

В заключение, применение имитационного моделирования и использование различных методологий и инструментальных средств для анализа сложных организационных систем, таких как хэндлинговые компании, позволяют оптимизировать и усовершенствовать бизнес-процессы, повышая эффективность, надежность и прозрачность работы системы. Эти подходы и инструменты способствуют развитию компаний, укреплению их конкурентных позиций и успешному справлению с вызовами современного рынка.

## **Заключение**

Исследование сложных организационных систем, таких как хэндлинговые компании, является актуальным направлением научных исследований и практической деятельности. Внедрение новейших программно-инструментальных средств и методов анализа позволяет повышать эффективность работы таких компаний и обеспечивать высокий уровень обслуживания пассажиров и авиационных компаний. Важность этой темы обусловлена не только высокими требованиями к безопасности и надежности в авиационной сфере, но и постоянно растущим количеством пассажиров и грузоперевозок, что ставит перед хэндлинговыми компаниями задачу обеспечения высокой пропускной способности аэропортов и сокращения времени обслуживания.

В рамках дальнейших исследований в данной области можно выделить следующие направления:

- Разработка новых методов моделирования организационных систем, адаптированных к специфике хэндлинговых компаний и авиационной отрасли в целом, что позволит глубже анализировать и оптимизировать процессы.
- Изучение возможностей использования искусственного интеллекта и машинного обучения для автоматического анализа и улучшения процессов, а также для предсказания и прогнозирования различных показателей работы компаний.
- Разработка системы обучения и повышения квалификации сотрудников хэндлинговых компаний с применением виртуальных компьютерных лабораторий, что позволит обеспечить высокий уровень профессионализма и оперативность работы.
- Исследование влияния внешних факторов, таких как экономическая ситуация, политические изменения и климатические условия, на эффективность работы хэндлинговых компаний и возможности их адаптации к новым условиям.

Изучение сложных организационных систем в авиации и оптимизация процессов хэндлинговых компаний с применением новейших программно-инструментальных средств представляют собой актуальное и перспективное направление научных исследований, а внедрение результатов этих исследований в практической деятельности в конечном итоге способствует обеспечению безопасности, надежности и удобства пассажирских и грузовых авиаперевозок.

## **Список источников**

1. Ильин В. В. Моделирование бизнес-процессов. Практический опыт разработчика. 3-е изд. Москва: Агентство электронных изданий «Интермедиа», 2015. 249 с.
2. Зинина Л. И., Глухова Т. В. Инструментальные средства моделирования и методы совершенствования управления бизнес-процессами: учебное пособие. Саранск: Издательство Мордовского университета, 2019. 145 с.

3. Петухов В. И. Проблемы реинжиниринга российских предприятий. Москва-Берлин: Директ-Медиа, 2014. 59 с.
4. Григорьева И. И. Экономическая эффективность информационных систем: учебное пособие. Тюмень: Изд-во Тюменского гос. ун-та, 2014. 186 с.
5. Аксенова С. Информационные технологии моделирования бизнес-процессов. Москва: Лаборатория книги, 2010. 46 с.
6. Хаммер М., Чампи Д. Реинжиниринг корпорации: манифест революции в бизнесе. 2-е изд. Москва: Манн, Иванов и Фербер, 2007. 286 с.
7. Шеер А.-В. Бизнес-процессы. Основные понятия. Теория. Методы. Москва: Весть-МетаТехнология, 1999. 182 с.
8. Боцула А. В. Структурно-функциональное моделирование информационной системы с помощью CASE-средства BPWin: учеб.-метод. пособие к выполнению лабораторных работ. Москва: Изд-во Моск. гос. ун-та леса, 2006. 47 с.
9. Безменова Н. В., Шустов С. А. Методология концептуального моделирования IDEF0 в инструментальной среде BPWin: (на примере жизненного цикла двигателя летательного аппарата): учебное пособие. Самара: Изд-во СГАУ, 2006. 62 с.
10. Belov M., Cheremisina E., Potemkina S. Distance learning through distributed information systems using a virtual computer lab and knowledge management system // J. Emerg. Res. Solut. ICT. University St. Kliment Ohridski - Bitola, 2016. Vol. 1, № 2. P. 39–46.
11. Essential aspects of it training technology for processing, storage and data mining using the virtual computer lab / M. A. Belov [et al.] // CEUR Workshop Proc. 2018. Vol. 2267. P. 207–212.
12. Belov M. A., Tokareva N. A., Cheremisina E. N. F1: The cloud-based virtual computer laboratory - An innovative tool for training // 1st Int. Conf. IT Geosci. 2012. 2012.
13. Подход к управлению виртуальной компьютерной лабораторией на основе концептуальной модели операционных рисков / М. А. Белов [и др.] // Моделирование оптимизация и информационные технологии. 2023. Т. 11. № 1 (40). С. 9-10. DOI: 10.26102/2310-6018/2023.40.1.001.
14. Роль проектно-ориентированного технологического предпринимательства в стратегии развития ит-образования в условиях цифровой трансформации / М. А. Белов, М. В. Лишилиин, Е. Н. Черемисина, Е. Г. Стифорова // Современные наукоемкие технологии. 2022. № 11. С. 86–96.
15. Система управления виртуальной инфраструктурой на основе визуальных моделей в среде виртуальной компьютерной лаборатории / М. А. Белов, П. Е. Лупанов, А. С. Минзов, Н. А. Токарева // Современная наука актуальные проблемы теории и практики. Серия естественные и технические науки. 2019. № 6–2. С. 41–46.
16. Повышение продуктивности освоения распределённых информационных систем в виртуальной компьютерной лаборатории на основе применения технологий контейнеризации и оркестровки контейнеров / М. А. Белов [и др.] // Современные информационные технологии и ИТ-образование. 2018. Т. 14. № 4. С. 823–832.
17. Концепция когнитивного взаимодействия с виртуальной компьютерной лабораторией на основе визуальных моделей и экспертной системы / М. А. Белов [и др.] // Современная наука актуальные проблемы теории и практики. Серия естественные и технические науки. 2018. № 10. С. 27–35.
18. Концепция усовершенствованной архитектуры виртуальной компьютерной лаборатории для эффективного обучения специалистов по распределённым информационным системам различного назначения и инструментальным средствам проектирования / М. А. Белов, П. Е. Лупанов, Н. А. Токарева, Е. Н. Черемисина // Современные информационные технологии и ИТ-образование. 2017. Т. 13, № 1. С. 182–189.
19. Концептуальная модель системы управления знаниями для формирования профессиональных компетенций в области ИТ в среде виртуальной компьютерной лаборатории / М. В. Лишилиин,

- М. А. Белов, Н. А. Токарева, А. В. Сорокин // *Фундаментальные исследования*. 2015. № 11–5. С. 886–890.
20. От виртуальной компьютерной лаборатории к управлению знаниями. Итоги и перспективы / М. А. Белов, М. В. Лишили, Н. А. Токарева, О. Е. Антипов // *Качество Инновации Образование*. 2014. № 9 (112). С. 3–14.
  21. Антипов О. Е., Белов М. А. Технология применения виртуальной компьютерной лаборатории в учебных курсах ВУЗа // *Естественные и технические науки*. 2012. № 1 (57). С. 260–268.
  22. Антипов О. Е., Белов М. А., Токарева Н. А. Архитектура виртуальной компьютерной лаборатории для подготовки специалистов в области информационных технологий // *Компьютерные инструменты в образовании*. 2011. № 4. С. 37–44.
  23. Инновационная практика компьютерного образования в университете «Дубна» с применением виртуальной компьютерной лаборатории на основе технологии облачных вычислений / Е. Н. Черемисина, М. А. Белов, О. Е. Антипов, А. В. Сорокин // *Программная инженерия*. 2012. № 5. С. 34–41.
  24. Сидоров Д. С., Белов М. А. Проектирование аппаратно-программных комплексов в учебном процессе с применением виртуальной компьютерной лаборатории // *Системный анализ в науке и образовании*. 2020. № 2. С. 70–82.
  25. Черемисина Е. Н., Белов М. А., Лишили М. В. Интеграция виртуальной компьютерной лаборатории и знаниевого пространства - новый взгляд на подготовку высококвалифицированных ИТ-специалистов // *Системный анализ в науке и образовании*. 2014. № 1. С. 97–104.
  26. Елеферов Д. С., Белов М. А. Технология управления жизненным циклом программного обеспечения для проведения орбитальных испытаний спутника связи // *Системный анализ в науке и образовании*. 2013. № 2. С. 38–46.
  27. Черемисина Е. Н., Антипов О. Е., Белов М. А. Роль виртуальной компьютерной лаборатории на основе технологии облачных вычислений в современном компьютерном образовании // *Дистанционное и виртуальное обучение*. 2012. № 1. С. 50–64.
  28. Антипов О. Е., Белов М. А. Разработка и внедрение программно-аппаратной платформы виртуальной компьютерной лаборатории в образовательный процесс высшей школы // *Наука и современность*. 2010. № 7–2. С. 8–11.
  29. Антипов О. Е., Белов М. А. Опыт использования открытого программного обеспечения в виртуальной компьютерной лаборатории на основе технологии облачных вычислений // *Проблемы и перспективы развития образования в России*. 2010. № 6. С. 112–116.
  30. Федоров И. Г. Нотация BPMN 2.0. Стандарт ISO/IEC 19510:2013 для создания исполняемых моделей бизнес-процессов: учебник. Москва: ФГБОУ ВО "РЭУ им. Г. В. Плеханова, 2018. 269 с.
  31. Черемных С. В., Семенов И. О., Ручкин В. С. Моделирование и анализ систем. IDEF-технологии: практикум. Москва: Финансы и статистика, 2006. 189 с.
  32. Воловикова Б. П. Стратегическое бизнес-планирование на промышленном предприятии с применением динамических моделей и сценарного анализа: монография. Москва: Инфра-М, 2015. 220 с.
  33. Панфилов Н. В. Методы управления изменениями. Москва: Лаборатория Книги, 2010. 82 с.
  34. Методы и модели информационного менеджмента: учебное пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по специальности «Прикладная информатика (по областям)» и другим экономическим специальностям / Д. В. Александров и др.] ; под ред. А. В. Кострова. Москва: Финансы и статистика, 2007. 334 с.
  35. Черемисина Е. Н., Крамаров Н. Л., Белов М. А. Практический системный анализ. Построение моделей понятий в проектах повышения эффективности деятельности организаций. Дубна: ГБОУ ВПО МО "Международный ун-т природы, о-ва и человека «Дубна», 2012. 149 с.

36. Лишилилин М. В., Белов М. А., Аверкин А. Н. Модели управления знаниями в задачах организационного менеджмента. Москва: Общество с ограниченной ответственностью издательство «КУРС», 2020. 56 с.