https://право.информ2000.рф/uchebniki.htm
Бесплатная электронная библиотека по праву и экономике

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Уральский федеральный университет
имени первого Президента России Б.Н. Ельцина»

Институт радиоэлектроники и информационных технологий - РТФ

Школа профессионального и академического образования

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ ПЕРЕД ГЭК

РОП 09.04.03 Медведева М.А.

_____

«01»_____июня_____2024 г.

МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

Разработка цифровой модели предприятия деревообрабатывающей отрасли в имитационной среде моделирования AnyLogic

Научный руководитель: _____ Медведева М. А.
к.ф.-м.н., доцент

Научный руководитель:
д.ф.-м.н., профессор _____ Берг Д.Б.

Студент
РИМ-220980 _____ Юшков Д.О.

Екатеринбург
2024

Вернуться в каталог дипломов по менеджменту
https://право.информ2000.рф/management3/management3.htm
Полные тексты

https://право.информ2000.рф/uchebniki.htm
Бесплатная электронная библиотека по праву и экономике

РЕФЕРАТ

Тема магистерской диссертации:
Разработка цифровой модели предприятия деревообрабатывающей отрасли в имитационной среде моделирования AnyLogic

Магистерская диссертация выполнена на 85 страницах, содержит 10 таблиц, 38 рисунков, 60 использованных источников.

В современном мире цифровые технологии стали ключевым фактором для роста и успеха бизнеса. Внедрение инновационных решений, таких как цифровые модели, позволяет компаниям увеличить производительность труда, снизить издержки, обеспечить легкий доступ к информации и принимать более эффективные решения. Создание цифровой модели предприятия – это не просто модный тренд, а необходимый шаг для любого бизнеса, который хочет оставаться конкурентоспособным в быстро меняющемся мире.

Объектом исследования выпускной квалификационной работы является разработка цифровых моделей организации для повышения их эффективности, а предметом исследования является разработка цифровой модели деревообрабатывающей организации на основе бизнес-процессов.

Цель работы – оценить эффективность работы предприятия за счет разработки цифровой модели на основе имитационной модели бизнес-процессов для компании ООО «Альтерна».

В диссертации проводится комплексный анализ теоретических основ цифровизации предприятия и востребованность создания цифровых моделей в современном мире. В исследовании проанализированы этапы и основные направления в области цифровой трансформации предприятия, а также наиболее подходящие инструменты и технологии создания цифровых моделей. В работе

Вернуться в каталог дипломов по менеджменту
https://право.информ2000.рф/management3/management3.htm
Полные тексты

https://право.информ2000.рф/uchebniki.htm
Бесплатная электронная библиотека по праву и экономике
представлена разработка цифровой имитационной модели и оценка эффективности предприятия с её помощью.

Научная новизна работы заключается в разработке цифровой модели на основе бизнес-процессов предприятия ООО «Альтерна».

Практическая значимость диссертации заключается в возможности применения проекта не только для данной организации, но и в практике других промышленных предприятий. Разработанная цифровая модель анализа производственных процессов может быть адаптирована и применена в различных отраслях промышленности, что позволит улучшить эффективность и конкурентоспособность предприятий.

Вернуться в каталог дипломов по менеджменту
https://право.информ2000.рф/management3/management3.htm
Полные тексты

https://право.информ2000.рф/uchebniki.htm
Бесплатная электронная библиотека по праву и экономике

ВВЕДЕНИЕ

В современную эпоху цифровых технологий предприятия сталкиваются с беспрецедентными возможностями и проблемами. Цифровизация затрагивает все аспекты бизнеса, от проектирования продуктов и услуг до производства, маркетинга и продаж. Для того чтобы оставаться конкурентоспособными и успешными в этом динамичном ландшафте, предприятиям необходимо внедрять цифровые технологии и адаптироваться к цифровой трансформации. Цифровая модель предприятия является мощным инструментом, который помогает предприятиям понять, проектировать и оптимизировать свои бизнес-процессы в цифровую эпоху. Это виртуальное представление предприятия, которое объединяет данные, процессы и технологии, используемые для достижения бизнес-целей.

На сегодняшний день отсутствует единая методология и стандарты создания модели цифрововизации производства. Каждая организация по-своему понимает и создаёт элементы своего цифрового предприятия. Также существуют отраслевые особенности, влияющие на цифровую трансформацию предприятий и цели поставок.

В деревообрабатывающей отрасли первоочередной задачей является совершенствование процессов обработки материалов и модернизации оборудования для повышения качества на основе интеграции интеллектуальных производственных и информационных технологий, поэтому создание концептуальной модели цифрового предприятия деревообрабатывающей отрасли является актуальной задачей в связи с изменяющейся экономической и технологической средой.

Исходя из актуальности использования цифровых моделей предприятия в современном мире, целью выпускной квалификационной работы было выбрано создание цифровой модели коммерческого предприятия деревообрабатывающей отрасли.

В соответствии с целью и темой работы, были поставлены следующие задачи:

- изучить теоретические основы цифровой трансформации предприятия;

Вернуться в каталог дипломов по менеджменту
https://право.информ2000.рф/management3/management3.htm
Полные тексты

- проанализировать понятие цифрового модели, её преимущества и перспективы развития;
- изучить существующие инструменты создания цифровой модели и выбрать наиболее подходящий;
- разработать цифровую модель деревообрабатывающего предприятия на основе бизнес-процессов и оценить её эффективность.

Объектом исследования выпускной квалификационной работы является разработка цифровых моделей организации для повышения их эффективности, а предметом исследования является разработка цифровой модели деревообрабатывающей организации на основе бизнес-процессов.

В методологической основе исследования лежат общенаучные методы (анализ, синтез, дедукция, индукция), а также методы моделирования. Эти методы позволили комплексно изучить процесс разработки цифровой модели предприятия.

Учитывая актуальность темы, диссертация опирается на обширную теоретическую базу, представленную работами российских и зарубежных авторов по цифровой трансформации бизнеса и цифровизации бизнес-процессов.

Научная новизна работы заключается в обобщении и систематизации существующих практик цифровой трансформации предприятий, а также в разработке цифровой модели на основе бизнес-процессов предприятия ООО «Альтерна».

Практическая значимость заключается в возможности применения разработанного в ходе диссертации проекта цифровизации поможет быть использован в практике не только деревообрабатывающих, но и других промышленных предприятий.

Данная квалификационная работа состоит из введения, трёх глав, заключения и библиографического списка.

В первой главе закладывается теоретическая основа исследования, где рассматривается понятие цифровой модели предприятия, её перспективы и различные подходы к её классификации. Также подробно анализируются этапы

Вернуться в каталог дипломов по менеджменту
https://право.информ2000.рф/management3/management3.htm
Полные тексты

https://право.информ2000.рф/uchebniki.htm
Бесплатная электронная библиотека по праву и экономике

цифровой трансформации и направления цифровизации, что позволяет понять контекст и важность изучаемой темы.

Вторая глава посвящена постановке цели и формулированию задачи исследования. В ней определяются ключевые параметры, влияющие на бизнес-процессы предприятия, и подчёркивается важность и необходимость создания цифровых двойников. Глава также рассматривает технологические основы моделирования, анализирует существующие решения для построения цифровых моделей различной сложности и определяет наиболее подходящий инструмент для реализации поставленной задачи.

В третьей главе представлена пошаговая разработка цифровой модели предприятия и оценка её эффективности.

Результаты выпускной квалификационной работы будут применены в деятельности предприятия ООО «Альтерна».

Вернуться в каталог дипломов по менеджменту
https://право.информ2000.рф/management3/management3.htm
Полные тексты

https://право.информ2000.рф/uchebniki.htm
Бесплатная электронная библиотека по праву и экономике

1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПОСТРОЕНИЯ ЦИФРОВОЙ МОДЕЛИ ПРЕДПРИЯТИЯ

1.1. Понятие цифровой модели предприятия и перспективы создания

В современном мире цифровые технологии стремительно внедряются во все сферы жизни, включая бизнес. Цифровые технологии включают системы обработки и хранения данных, алгоритмизации и платформы автоматизации деятельности компаний.

Распространение цифровых технологий в бизнесе приводит к трансформации традиционной экономики в цифровую. Цифровая экономика характеризуется тем, что данные в цифровом виде становятся ключевым фактором производства [1)1]. Обработка больших объёмов данных и использование результатов их анализа позволяют существенно повысить эффективность различных видов производства, технологий, оборудования, хранения, продажи и доставки товаров и услуг по сравнению с традиционными формами хозяйствования.

Цифровая трансформация происходит как на глобальном уровне в экономике, так и на уровне отдельных компаний. Предприятия внедряют новые технологии и проводят цифровую трансформацию своих бизнес-моделей, чтобы получить и закрепить лидирующие позиции в своей отрасли рынка. В условиях цифровой трансформации бизнеса возникло понятие «цифровая модель предприятия».

Цифровая модель предприятия — это комплексное представление структуры, процессов, и ресурсов предприятия с использованием информационно-коммуникационных технологий. Она включает в себя описание всех аспектов работы предприятия, начиная с производства и заканчивая управлением персоналом, финансами и маркетингом.

Можно выделить следующие преимущества цифровой модели предприятия:

- увеличение эффективности производства за счёт автоматизации процессов и оптимизации ресурсов;

Вернуться в каталог дипломов по менеджменту
https://право.информ2000.рф/management3/management3.htm
Полные тексты

- улучшение управления бизнес-процессами и принятие более обоснованных управленческих решений благодаря доступу к точным и актуальным данным;
- улучшение взаимодействия между отделами и уровнями управления;
- повышение конкурентоспособности предприятия на рынке за счёт внедрения инновационных цифровых решений и оптимизации бизнес-процессов.

Также существуют отрицательные стороны использования цифровой модели:

- значительные затраты на внедрение информационных систем и обучение персонала;
- угроза информационной безопасности из-за увеличения количества цифровых данных и возможных кибератак;
- необходимость постоянного обновления и модернизации систем для соответствия изменяющимся технологиям и требованиям бизнеса;
- необходимость постоянного мониторинга и управления цифровой моделью предприятия для обеспечения эффективности и безопасности.

В условиях современного экономического развития возникает необходимость оптимизации операционных процессов, наращивания конкурентных преимуществ и активного использования инноваций. Все эти задачи могут быть решены с помощью внедрения цифровой модели для производства, что доказано рядом научных работ по данной теме.

В монографии «Бизнес-модели, аналитика данных и цифровая трансформация организации: подходы и методы» авторы Ю. В. Фролов, В. Б. Яковлев, Р. В. Серышев, С. А. Воловиков [1)2] рассматривают современные подходы и методы в области бизнес-моделирования, анализа данных и цифровой трансформации организаций.

Исследователи анализируют роль бизнес-моделей в современных организациях и предлагают методы и подходы к их разработке и оптимизации.

Вернуться в каталог дипломов по менеджменту
https://право.информ2000.рф/management3/management3.htm
Полные тексты

Они также исследуют влияние цифровой трансформации на бизнес-модели организаций и предлагают рекомендации по их адаптации к новым условиям.

В рамках аналитики данных авторы изучают методы сбора, хранения, обработки и анализа больших объёмов данных, а также их влияние на принятие управленческих решений в организации. Они также рассматривают методы применения аналитики данных для оптимизации бизнес-процессов, принятия маркетинговых решений и улучшения клиентского опыта.

В результате исследования авторы приходят к выводу о важности разработки гибких бизнес-моделей, способных адаптироваться к быстро меняющимся условиям рынка и технологий. Они также подчёркивают значение аналитики данных как инструмента для принятия обоснованных управленческих решений и улучшения бизнес-процессов. В целом, авторы выделяют важность цифровой трансформации организаций и предлагают конкретные методы и подходы к её реализации, отмечая, что цифровая трансформация — это не просто внедрение новых технологий, а фундаментальная перестройка бизнеса, требующая тщательного планирования, реализации и постоянного совершенствования.

Вайл П., Ворнер С. в своем исследовании «Цифровая трансформация бизнеса. Изменение бизнес-модели для организации нового поколения» [**Error! Reference source not found.**] рассматривают изменения, которые происходят в современных организациях в результате внедрения цифровых технологий. Авторы исследуют, как цифровая трансформация влияет на бизнес-модели компаний и какие новые возможности, и вызовы она создаёт.

В своей работе они анализируют различные аспекты цифровой трансформации, включая изменения в организационной культуре, управлении проектами, взаимодействии с клиентами и поставщиками, использовании больших данных и аналитике, а также разработке новых цифровых продуктов и услуг.

Авторы приходят к выводу, что цифровая трансформация требует от компаний не просто внедрения новых технологий, но и пересмотра

существующих бизнес-моделей и процессов, подчёркивая, что успешная цифровая трансформация требует гибкости, инноваций, и готовности к постоянным изменениям. Кроме того, авторы отмечают, что цифровая трансформация может привести к появлению новых возможностей для бизнеса, таких как большая эффективность, улучшенное взаимодействие с клиентами, развитие новых рынков и географических зон, а также новых источников дохода.

В целом, исследование авторов показывает, что цифровая трансформация может иметь глубокое влияние на бизнес-модели компаний и их конкурентоспособность, и требует серьёзного осмысления и подготовки со стороны руководства и сотрудников компании. Без цифровой трансформации компании рискуют потерять свою конкурентоспособность и долю на рынке.

Авторы научной статьи «Обзор литературы по цифровизации, инновационным бизнес-моделям и устойчивому развитию промышленности: прошлые достижения и перспективы на будущее» (Reviewing Literature on Digitalization, Business Model Innovation, and Sustainable Industry: Past Achievements and Future Promises) Парида В., Седин Д., Рейм У. [] фокусируются на анализе литературы по теме цифровизации, инноваций в бизнес-моделях и устойчивой промышленности. Они изучают прошлые достижения и будущие перспективы в этих областях. В своей работе они обращают внимание на то, что цифровизация привела к значительным изменениям в бизнес-моделях и способах ведения бизнеса. Они указывают на то, что цифровые технологии открывают новые возможности и вызовы для компаний, промышленных предприятий и экономики в целом.

Авторы сосредоточиваются на роли цифровизации в инновациях в бизнес-моделях и устойчивой промышленности, обсуждая, как цифровые технологии могут помочь улучшить устойчивость промышленных процессов и операций, а также как они могут способствовать разработке инновационных бизнес-моделей для устойчивого развития. Также они отмечают, что в будущем цифровые технологии будут продолжать трансформировать способы ведения бизнеса и производства, и что эти изменения будут иметь значительное воздействие на

https://право.информ2000.рф/uchebniki.htm
Бесплатная электронная библиотека по праву и экономике

компании и экономику в целом, отмечая, что компании, которые активно внедряют цифровые инновации, имеют больше шансов на успех и конкурентное преимущество.

Создание цифровой модели предприятия становится все более актуальным в современном мире, где цифровизация и автоматизация процессов играют все более важную роль в развитии бизнеса. Цифровая модель предприятия позволяет собрать все данные и процессы компании в одном цифровом пространстве, что упрощает управление бизнесом, повышает эффективность работы сотрудников и помогает быстро реагировать на изменения внешней среды.

Подводя итог описанному выше опыту, актуальность и важность исследования становятся очевидными.

1.2. Классификация и концепция цифровой модели

Развитие технологий, таких как интернет вещей, анализ больших данных, распределённые облачные вычисления, искусственный интеллект и виртуальная реальность, привело к оживлению ранее статичных цифровых моделей. Теперь они способны предсказывать и имитировать будущие ситуации, состояние физических объектов и даже поведение окружающего мира.

Интеграция физического и цифрового миров становится неизбежной тенденцией, чтобы удовлетворить быстро растущие требования современного рынка. Переход к этому процессу потребует много времени. Один из первоначальных этапов этого процесса сосредоточен на разработке новейших технологий — цифровых моделей, которые интересны как технология, находящихся на границе между цифровым и физическим миром.

Использование цифровых двойников появилось ещё до появления этого термина. Впервые оно было применено в программе «Аполлон» NASA [1)5], где создали два идентичных космических корабля. Наземная модель имитировала условия космического корабля, совершавшего полет. Данные с орбиты

Вернуться в каталог дипломов по менеджменту
https://право.информ2000.рф/management3/management3.htm
Полные тексты

позволяли точно воссоздавать условия полёта на Земле, помогая астронавтам справиться с критическими ситуациями.

Этот случай демонстрирует «физическое двойничество». Впоследствии, с развитием виртуального моделирования, инженеры стали использовать цифровые модели для прогнозирования поведения основного аппарата на основе математического моделирования его свойств и поведения.

Автор статьи «Цифровой двойник – Новый век производства» (Digital Twin — The New age of Manufacturing) [1)6] описал эволюцию развития цифровых двойников в виде четырех стадий. Диаграмма ниже представляет эти стадии эволюции цифровых двойников.



Рисунок 1 – Эволюция концепции цифровых двойников

Эволюция концепция разделена на несколько этапов:

- на первом этапе весь производственный процесс существует только в физической версии;
- на втором этапе добавляется цифровая версия, которая обеспечивает физическую версию дополнительной информацией;
- третий этап ознаменовался началом взаимодействия между физическими и цифровыми двойниками;
- наконец, на четвёртом этапе произошло сближение и «пересечение» физического и цифрового двойников, когда обмен информацией и

https://право.информ2000.рф/uchebniki.htm
Бесплатная электронная библиотека по праву и экономике

обновление данных между ними стали происходить почти в реальном времени.

Высокоуровневые возможности промышленных цифровых двойников помогаю оценивать производственные решения на основе аналитики данных и визуализировать работу продуктов в реальном времени в своей среде или при использовании людьми. Также они справляются с устранением неисправностей оборудования в удалённых местах, сокращая время разрешения инцидентов, получая контроль над более сложными процессами и системами.

Концепцию цифровых двойников впервые представил публике в 2002 году Майкл Гривз, профессор Мичиганского университета. В своем докладе, посвящённом управлению жизненным циклом продукта (PLM), рассказал о возможностях, открывающихся при создании виртуального пространства, которое дублировало бы реальное пространство и обменивалось с ним информацией. Через год учёный опубликовал статью «Цифровые двойники: превосходство в производстве на основе виртуального прототипа завода» [1)7].

Согласно этой концепции, любой физический объект может быть представлен в виде двух систем: физической и виртуальной. Виртуальная система точно отображает физическую и наоборот. Сам термин «цифровой двойник» появился позже, но основная идея осталась прежней: физический объект во взаимодействии с виртуальной моделью. В концепции цифрового двойника виртуальная модель не отбрасывается после создания материального объекта, а используется в связке с физическим на протяжении всего жизненного цикла: на этапе тестирования, доработки, эксплуатации и утилизации. Связь между ними объединяет физическое и виртуальное пространства.

Базовая концепция цифрового двойника представлена на рисунке 2.

Вернуться в каталог дипломов по менеджменту
https://право.информ2000.рф/management3/management3.htm
Полные тексты

https://право.информ2000.рф/uchebniki.htm
Бесплатная электронная библиотека по праву и экономике



Рисунок 2 – Концепция цифрового двойника

Физический объект оснащён датчиками, которые собирают данные о его состоянии в режиме реального времени. Эти данные передаются цифровому двойнику, который использует их для обновления своей виртуальной модели. Модель учитывает все изменения, происходящие с физическим объектом, накапливает информацию о его поведении и со временем становится более точной в описании и прогнозировании поведения физического объекта. В данной работе рассматривается более подробная характеристика концепции цифрового двойника, а также использование конкретного набора технологий для эффективной реализации цифрового двойника [1)8].

Таким образом, с каждым разом виртуальная модель становится более точной копией физического объекта, может адекватно описывать и прогнозировать его поведение.

Постоянная связь между физическим объектом и его цифровым двойником позволяет в режиме реального времени отслеживать производительность и состояние объекта. Это даёт цифровому двойнику возможность постоянно прогнозировать работоспособность объекта, оставшийся срок его службы и сообщать об отклонениях от нормы. Кроме того, цифровой двойник может планировать техническое обслуживание.

Концепция цифрового двойника основана на достижениях ряда технологий. В частности, с 1960-х годов развивалась практика проектирования, технологической подготовки производства и инженерного анализа на основе систем CAD/CAM/CAE. К моменту появления концепции цифровых двойников

Вернуться в каталог дипломов по менеджменту
https://право.информ2000.рф/management3/management3.htm
Полные тексты

уже широко использовались датчики для измерения параметров физических объектов, которые необходимы для проверки и подтверждения цифровых моделей.

Как было сказано ранее, развитие передовых информационных технологий привело к появлению понятия цифровых двойников. В таблице 1 отображены количественные результаты поиска по кодовому слову «цифровой двойник» в различных базах данных.

Таблица 1 – Количество результатов о ЦД в базах данных Google Scholar и Scopus

Год	Google Scholar	Scopus
До 2010	1200	8
2010 - 2013	741	13
2013 - 2016	1340	38
2016 - 2019	11300	146
2019 - 2022	36200	685
2022 - 2024	27600	1274

Универсального определения цифрового двойника пока не существует. Толкования этого термина различаются в зависимости от источника и с каждым годом определение также меняется. В ходе исследования был проведён обзор определений «цифровой двойник» различных авторов в разное время. Результаты обзора приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Определения цифрового двойника в разное время

Определение	Автор	Год
Цифровой двойник – интегрированная мультифизическая, многомасштабная вероятностная симуляция транспортного средства или системы, в которой используются наилучшие доступные физические модели, обновления датчиков, история парка и т. д., чтобы отразить жизнь своего цифрового близнеца [1)5].	Shafto M. et al.	2010

Продолжение таблицы 2 – Определения цифрового двойника в разное время

Определение	Автор	Год
Цифровой двойник – объединенная модель реальной машины, которая работает на облачной платформе и моделирует состояние здоровья с интегрированными знаниями как из управляемых данными аналитических алгоритмов, так и из других доступных физических знаний [1)10].	Lee, Lapira, Bagheri, an Kao,	2013
Цифровой двойник – виртуальные заменители объектов реального мира, состоящие из виртуальных представлений и коммуникационных возможностей, составляющих интеллектуальные объекты, действующие как интеллектуальные узлы внутри Интернета вещей и услуг [1)11].	Schluse, Rossman	2016
Цифровой двойник – это виртуальная модель физического актива, способная полностью отражать его характеристики и функции на протяжении всего жизненного цикла. Это подход к управлению всеми сгенерированными цифровыми данными компонента или системы на протяжении их жизненного цикла и извлечению их по мере необходимости с помощью функций моделирования или оптимизации для решения любых возникающих проблем. [1)12]	Talkhestani et al.	2018
Цифровой двойник – это цифровое представление активного уникального продукта или уникальной системы продукт-услуга, включающее в себя его выбранные характеристики, свойства, условия и поведение с помощью моделей, информации и данных в рамках одной или даже нескольких фаз жизненного цикла [1)13].	Stark and Damerau	2020

Как видно из приведённых выше определений, промышленные и научные круги по-разному трактуют термин «цифровой двойник». Определение цифрового двойника находится между двумя крайними подходами. Широкое определение цифрового двойника охватывает широкий спектр цифровых моделей, в то время как специализированное научное определение фокусируется на конкретных характеристиках и возможностях, которые отличают цифровой двойник от других типов цифровых моделей. Оба подхода имеют свои преимущества и недостатки. Широкое определение охватывает более широкий

Вернуться в каталог дипломов по менеджменту
https://право.информ2000.рф/management3/management3.htm
Полные тексты

спектр приложений, в то время как специализированное научное определение обеспечивает более чёткое понимание того, что такое цифровой двойник и каковы его основные функции.

В данной работе будем определять цифровой двойник как цифровой профиль текущего поведения физического объекта или процесса, способствующего оптимизировать эффективность бизнес-процессов предприятия. Существует множество различных способов классификации цифровых двойников. Каждый тип классификации основан на разных критериях и позволяет выделить различные аспекты технологии цифровых двойников.

Рассмотрение предлагаемых классификаций цифровых двойников поможет лучше понять различные типы цифровых двойников, их характеристики и области применения.

Инженерные объекты могут существенно различаться по сложности, равно как и цифровые двойники, соответствующие этим объектам. Например, компания Xmpro предлагает классификацию по уровню сложности и зрелости. Компания классифицирует цифровой двойник по уровню сложности на 3 вида, которые представлены на рисунке 3.



Рисунок 3 – Классификация цифрового двойника по уровню сложности от компании Xmpro

Разберём и проанализируем каждый вид классификации цифрового двойника более подробно:

1. Атомарный двойник. Представляет собой цифровой двойник отдельного физического объекта. Он включает в себя все необходимые данные и модели для представления состояния и поведения объекта, а также может использоваться для мониторинга, диагностики и прогнозирования производительности объекта.
2. Система из нескольких двойников. Система состоит из нескольких атомарных двойников, которые связаны друг с другом. Она позволяет моделировать и анализировать взаимодействие между объектами в системе, в добавок к этому может использоваться для оптимизации работы системы, выявления узких мест и прогнозирования поведения системы в целом.
3. Система из нескольких систем. Система состоит из нескольких систем двойников, которые связаны друг с другом. Такая структура позволяет моделировать и анализировать взаимодействие между системами в более крупной системе. Кроме того, система из нескольких систем может использоваться для оптимизации работы всей системы, выявления системных рисков и прогнозирования поведения системы в целом.

Преимущества классификации Xmpro:

- позволяет различать цифровые двойники по их сложности и области применения;
- помогает предприятиям выбирать подходящий тип цифрового двойника для своих конкретных потребностей;
- упрощает разработку и реализацию цифровых двойников.

Производственное предприятие может использовать атомарный двойник для моделирования отдельного станка. Затем предприятие может создать систему из нескольких двойников, объединив двойники всех станков в цехе. Наконец, предприятие может создать систему из нескольких систем, объединив двойники всех цехов на заводе. Это позволит предприятию оптимизировать работу всего производственного процесса, выявлять узкие места и прогнозировать поведение всей системы.

Однако данная классификация не является единственной и общепринятой. В частности, специалисты General Electric [**Error! Reference source not found.**] выделяют другие типы двойников, различающиеся по назначению и сложности представляемых объектов. Классификация цифровых двойников от General Electric представлена на рисунке 4.



Рисунок 4 – Классификация цифрового двойника по уровню сложности и типу решаемых задач от General Electric

1. Цифровой двойник компонента. Представляет собой виртуальную модель отдельного элемента физического объекта, например, ротора, лопатки, зубчатого колеса, датчика, клапана или любого другого компонента, который может быть изолирован и проанализирован отдельно. Необходим для отслеживания состояния компонента в режиме реального времени с помощью датчиков и сбора данных. Помогает выявлять всевозможные проблемы и неисправности компонента на ранней стадии.
2. Цифровой двойник актива. Является виртуальной моделью сложного физического объекта, например, турбины, двигателя, насоса, компрессора или генератора. Он включает в себя все компоненты объекта и их взаимосвязи. Занимается сбором данных об общем состоянии актива и отдельных компонентов. Анализируя собранные данные выявляет направление для

Вернуться в каталог дипломов по менеджменту
https://право.информ2000.рф/management3/management3.htm
Полные тексты

оптимальных условий эксплуатации, а также прогнозирует износ оборудования.

3. Цифровой двойник комплексного объекта. Представляет собой виртуальную модель целой системы, например, самолёта, электростанции, нефтеперерабатывающего завода, сети трубопроводов, логистической системы, включающая в себя все компоненты и подсистемы объекта, а также их взаимодействие. Имеет возможность проводить виртуальные испытания и симуляции работы системы. Помогает автоматизировать управление системой, оптимизировать использование ресурсов и повысить безопасность.
4. Цифровой двойник процесса. Является виртуальной моделью цепочки действий или операций, например, производственный процесс, логистическая цепочка, бизнес-процесс. Функцией двойника является имитация процесса для анализа его эффективности, выявления узких мест и оптимизации. Это помогает предсказывать результаты процессов, автоматизировать их и оптимизировать работу процесса в целом.

Цифровые двойники различных типов могут быть взаимосвязаны. Например, цифровой двойник актива может включать в себя несколько цифровых двойников компонентов, а цифровой двойник процесса может быть построен на основе набора цифровых двойников активов или систем.

Классификация цифровых двойников General Electric предоставляет гибкую структуру для создания цифровых моделей различных уровней сложности и применения.

Другой вариант классификации предложили авторы работы «Цифровой двойник: обобщение, характеристика и внедрение» Э. Д. Хорн и Ш. Махадеван [1)14]. Они поделили цифровой двойник на три вида, которые представлены на рисунке 5.

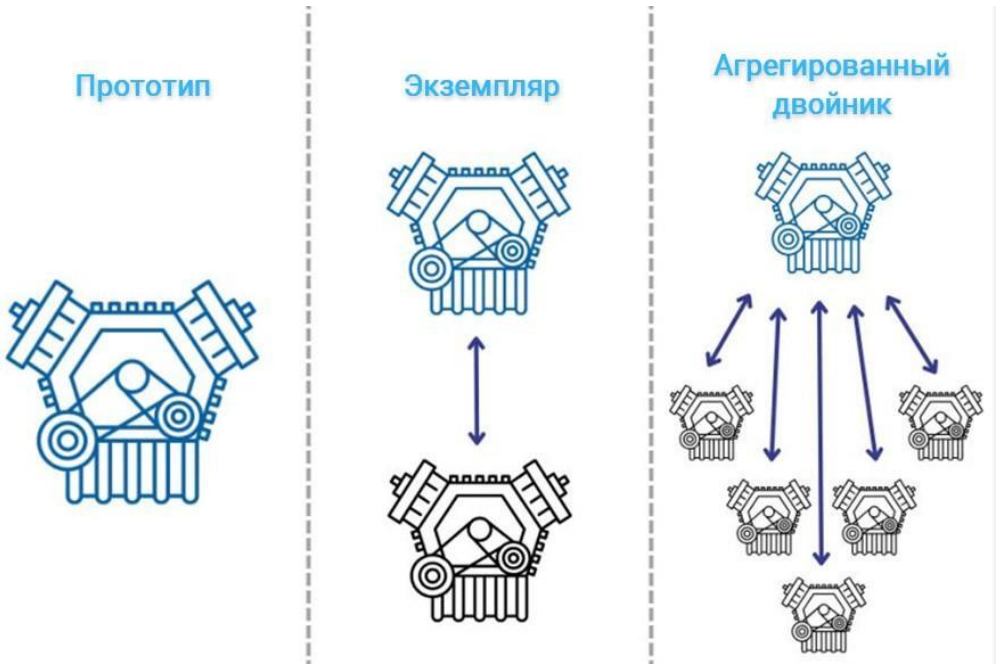

Рисунок 5 – Классификация цифрового двойника от Э. Д. Хорн и Ш. Махадеван

Подробнее рассмотрим виды данной классификации:

- прототип представляет собой виртуальный аналог реального объекта, который содержит все данные для производства оригинала;
- экземпляр содержит данные обо всех характеристиках и эксплуатации физического объекта, включая трёхмерную модель, и действует параллельно с оригиналом;
- агрегированный двойник вычислительная система из цифровых двойников и реальных объектов, которыми можно управлять из единого центра и обмениваться данными внутри.

Преимущества такой классификации состоит в том, что она позволяет различать цифровые двойники по их назначению и области применения. Помогает предприятиям выбирать подходящий тип цифрового двойника для своих конкретных потребностей, а также упрощает разработку и реализацию цифровых двойников.

Производственное предприятие может использовать прототип цифрового двойника для моделирования нового продукта. Затем предприятие может использовать экземпляр цифрового двойника для моделирования

производственного процесса для нового продукта. Наконец, предприятие может использовать агрегированного двойника для моделирования производственного оборудования, которое будет использоваться для производства нового продукта. Это позволит предприятию оптимизировать весь жизненный цикл продукта, от разработки до производства и обслуживания.

Поскольку важнейшей характеристикой цифрового двойника является его существование на всех этапах жизненного цикла реального изделия, некоторые авторы выделяют классификацию цифровых двойников по уровню зрелости технологии. Данная классификация представлена виде таблицы под номером 3.

Таблица 3 – Классификация цифрового двойника по уровню зрелости

Уровень	Уровень сложности	Физ. объект	Получение данных от физ. модели
Доцифровой двойник	Виртуальная модель с акцентом на технологию, снижение технических рисков	нет	Не применимо
Цифровой двойник	Виртуальная модель физического объекта	есть	Техническое состояние, производительность, обновления, техническое обслуживание
Адаптивный цифровой двойник	С адаптивным пользовательским интерфейсом	есть	Техническое состояние, производительность, обновления, техническое обслуживание; обновление данных в реальном времени
Умный цифровой двойник	С адаптивным пользовательским интерфейсом и с обучением	есть	Техническое состояние, производительность, обновления, техническое обслуживание; обновление данных в реальном времени; обновление в режиме пакетных обновлений

Вернуться в каталог дипломов по менеджменту
https://право.информ2000.рф/management3/management3.htm
Полные тексты

https://право.информ2000.рф/uchebniki.htm
Бесплатная электронная библиотека по праву и экономике

Рассмотрим каждый уровень более подробно:

1. Доцифровой двойник является цифровой моделью высокой точности, создаваемой до появления физического объекта. Используется для проектирования и анализа продукта.
2. Классический цифровой двойник является виртуальной моделью физического объекта. Используется для мониторинга и анализа производительности физического объекта. Обновляется на основе данных от датчиков.
3. Адаптивный цифровой двойник является моделью, которая постоянно обновляется, планирует и принимает решения в режиме реального времени на основе данных от физического объекта.
4. Умный цифровой двойник дополняет характеристики третьего уровня способностью к машинному обучению. Это означает, что цифровой двойник может распознавать объекты и шаблоны в данных, которые он получает. Эта способность к машинному обучению обеспечивает цифровому двойнику достаточный уровень автономности для более детального анализа данных о производительности, работоспособности и обслуживании физического объекта.

1.3. Основные этапы цифровой трансформации предприятия

Цифровая трансформация — инструмент достижения стратегических целей. С помощью технологий компании снижают издержки, увеличивают прибыль и становятся лидерами своих отраслей. Но это происходит не в один момент, а постепенно — обычно бизнес проходит через несколько стадий цифровой трансформации. Цифровая трансформация промышленного предприятия проводится в определённой последовательности, которая позволяет добиться лучших результатов при разумном объёме затрат.

В научной статье «Основные этапы цифровой трансформации современной национальной экономики» авторы Э. Т. Шафиева, Р. Х. Хачидогов [1)9] рассматривают эффективность внедрения цифровых технологий выделяя

Вернуться в каталог дипломов по менеджменту
https://право.информ2000.рф/management3/management3.htm
Полные тексты

основные этапы цифровой трансформации. Авторы работы подробно описывают процесс каждого этапа, подчёркивая результаты.

Так, основными этапами цифровой трансформации являются:

- стратегическое планирование;
- подготовка персонала;
- модернизация технологий.

Прежде чем приступить к цифровой трансформации, необходимо определить цели, задачи и потребности организации. Следует также оценить имеющиеся ресурсы и технологии, определить те, которые устарели или требуют модернизации. Результат стратегического планирования позволит определить приоритетные направления цифровой трансформации.

Этап подготовки персонала часто сопряжён с трудностями, поскольку сотрудники могут сопротивляться новой рабочей модели. Важно готовить сотрудников заранее, подчёркивая необходимость и преимущества использования цифровых технологий. Готовность сотрудников к изменениям и обучению значительно ускорит этот этап. Они научатся применять свои знания, опыт и творческий подход к решению задач.

Модернизация старых технологий может помочь многие компаниям решиться на цифровую трансформацию и остановиться в использовании устаревших технологий, тратя значительные средства на их поддержку. Проблема старых технологий в том, что они не приносят ожидаемой прибыли и не позволяют создавать современные продукты и услуги. Процесс модернизации технологий и их поддержания достаточно сложен и дорог. Тем не менее, многие компании выбирают этот путь из-за опасений, связанных с переходом на новую модель.

Таким образом авторы уверены, что цифровая трансформация является непрерывным процессом, требующим постоянного внедрения новых технологий и адаптации к меняющимся потребностям рынка. Предприятия, которые успешно внедряют цифровые технологии, внимательно проходя каждый этап

https://право.информ2000.рф/uchebniki.htm
Бесплатная электронная библиотека по праву и экономике

могут получить значительные преимущества и обеспечить себе устойчивое развитие в цифровую эпоху.

1.4. Основные направления цифровизации

Цифровизация затрагивает все аспекты бизнеса, от маркетинга и продаж до производства и обслуживания клиентов. Предприятия, которые успешно внедряют цифровые технологии, могут получить значительные преимущества, такие как повышение эффективности, улучшение обслуживания клиентов и создание новых источников дохода.

Авторы М. А. Скляр, К. В. Кудрявцева в своей работе «Цифровизация: основные направления, преимущества и риски» [1)16] выделяют и рассматривают несколько направлений цифровизации бизнеса:

- автоматизация бизнес-процессов с минимизацией участия человека;
- интернет вещей;
- дополненная реальность;
- виртуальная реальность;
- 3D-моделирование;
- 3D-печать;
- технологии машинного обучения и искусственного интеллекта.

Направление автоматизации с минимизацией участия человека становится все более распространённой по мере того, как организации стремятся повысить свою эффективность и конкурентоспособность. Внедряя передовые цифровые технологии, предприятия могут автоматизировать все большее число задач, минимизировать участие человека и достигать беспрецедентных уровней эффективности и производительности.

В процессе цифровой трансформации предприятие стремится к автоматизации не только рутинных задач, но и более сложных бизнес-процессов,

Вернуться в каталог дипломов по менеджменту
https://право.информ2000.рф/management3/management3.htm
Полные тексты

которые ранее требовали активного участия человека. Это позволяет сократить человеческий фактор, уменьшить вероятность ошибок, увеличить производительность и оперативность бизнес-процессов.

Для реализации автоматизации бизнес-процессов с минимизацией участия человека необходимо провести следующие шаги:

1. Анализ текущих бизнес-процессов предприятия для выявления задач, которые могут быть автоматизированы;
2. Определение подходящих цифровых технологий и инструментов для автоматизации задач;
3. Разработка и внедрение программных решений и систем, способных выполнять задачи автоматически;
4. Интеграция автоматизированных систем с существующей инфраструктурой предприятия;
5. Мониторинг и анализ эффективности автоматизированных бизнес-процессов, внесение корректировок и оптимизация работы систем;
6. Постоянное совершенствование и развитие цифровой стратегии предприятия для достижения максимальной эффективности и конкурентоспособности.

Таким образом, автоматизация бизнес-процессов с минимизацией участия человека является ключевым аспектом цифровой трансформации, позволяющим улучшить эффективность, оперативность и конкурентоспособность предприятия в современных условиях рыночной экономики.

Цифровая трансформация в области Интернета вещей (IoT) представляет собой использование технологий с целью создания интеллектуальных систем, которые объединяют в себе различные устройства и сенсоры, способные обмениваться данными и взаимодействовать друг с другом без необходимости прямого участия человека.

В последнее время количество подключённых устройств Интернета вещей выросло. Ожидается, что в обозримом будущем оно будет увеличиваться из года в год. Согласно последним доступным данным, в мире насчитывается около 14,76 миллиарда подключённых устройств Интернета вещей. За последнее

десятилетие произошёл заметный переход от устройств, не связанных с Интернетом вещей, к устройствам использующим Интернет вещей (IoT). По прогнозам, к 2030 году 75% всех устройств будут подключены к Интернету вещей. Статистика соотношения устройств связанных с Интернетом вещей и несвязанных начиная представлена на рисунке 6.

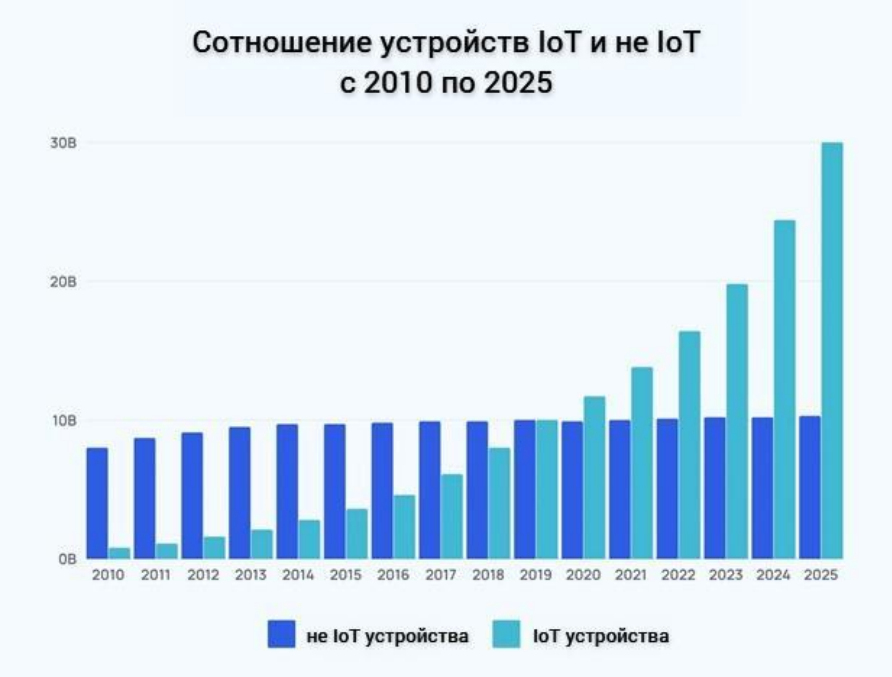

Рисунок 6 – Соотношение активных IoT устройств против не IoT

Цифровая трансформация в области Интернета вещей играет важную роль в современном бизнесе, обеспечивая компаниям возможность эффективного сбора, анализа и использования данных для улучшения бизнес-процессов, оптимизации ресурсов и создания новых цифровых продуктов и услуг.

Дополненная реальность это технология, которая накладывает виртуальные объекты и информацию на реальный мир. Это достигается с помощью различных устройств, таких как смартфоны, планшеты и очки дополненной реальности. Несколько направлений цифровизации бизнеса с использованием AR:

1. Визуализация предметов и интерьера: Клиенты могут использовать AR-приложения, чтобы просматривать виртуальные модели предметов в своих домах или на себе. Это позволяет им лучше понять продукт и принять

обоснованное решение о покупке. На рисунке 7 представлен пример визуализации интерьера помещения.



Рисунок 7 – Визуализация интерьера помещения

2. Интерактивные руководства: AR может предоставлять пошаговые инструкции и интерактивные руководства для сложных задач, таких как сборка мебели или ремонт техники.
3. Маркетинг и продажи: AR может использоваться для создания интерактивных маркетинговых кампаний и точек продаж. Клиенты могут использовать AR, чтобы виртуально опробовать продукты или получить дополнительную информацию.

Виртуальная реальность - это технология, которая создаёт полностью искусственную среду, которая полностью погружает пользователя. Это достигается с помощью VR-гарнитуры, которая блокирует внешнее зрение и заменяет его виртуальным миром.

Направления цифровизации бизнеса с использованием VR:

1. Обучение и развитие: VR может использоваться для создания реалистичных и интерактивных учебных сред. Сотрудники могут обучаться в безопасной обстановке, не подвергая себя риску. На рисунке 8 представлен пример визуализации обучения в VR пространстве.

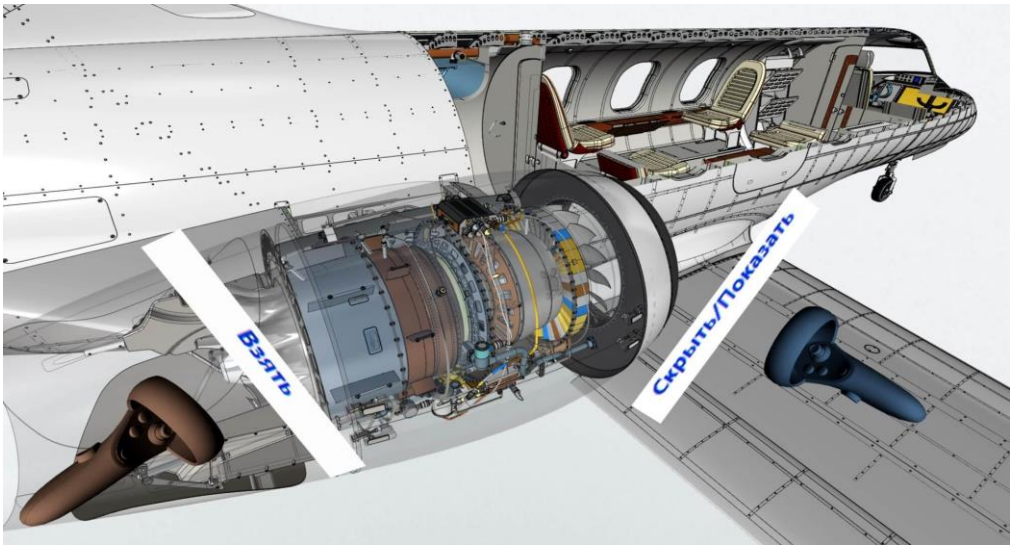

Рисунок 8 – Работа с цифровым двойником в VR

2. Виртуальные туры и экскурсии: VR может использоваться для создания виртуальных туров по объектам недвижимости, музеям и историческим местам. Это позволяет людям посещать и исследовать эти места, не выходя из дома.
3. Развлечения: VR широко используется в игровой индустрии и других формах развлечений, таких как виртуальные концерты и фильмы.
4. Терапия и реабилитация: VR используется в терапевтических целях, например, для лечения фобий, посттравматического стрессового расстройства и боли. VR также может использоваться для реабилитации после травм и инсультов.

Цифровое 3D – моделирование стало незаменимым инструментом для многих отраслей. Сервисные компании, строительные организации, производители сложной техники и другие предприятия используют 3D-моделирование для визуализации и планирования строительства, которое помогает наглядно представить будущий проект, оптимизировать его планировку и избежать ошибок. 3D-модели содержат данные, удобные для анализа конструкций и дизайна изделий. Современное 3D-моделирование обеспечивает плавный переход от чертежей к производственному процессу, оптимизируя работу всех этапов. 3D-моделирование это мощный инструмент

цифровизации, который меняет подход к проектированию, производству и распространению продукции, открывая новые горизонты для развития различных отраслей.

Машинное обучение - это подраздел искусственного интеллекта, который позволяет системам учиться на данных без явного программирования. Системы машинного обучения могут анализировать большие объёмы данных, выявлять закономерности и делать прогнозы.

Технологии машинного обучения для цифровизации бизнеса используются в различных сферах. Они занимаются анализом данных, выявляя закономерности, предсказывая будущие события и спроса на продукты. На рынке маркетинга машинное обучение классифицирует клиентов и персонализирует данные, предлагая каждому пользователю, то что нужно, в зависимости от его интересов. Зачастую подобные технологии занимаются автоматизаций рутинных задач, таких как обработка заявок, классификация документов и предоставление клиентам ответов на часто задаваемые вопросы.

Искусственный интеллект - это более широкий термин, который включает в себя машинное обучение, а также другие технологии, такие как обработка естественного языка, компьютерное зрение и робототехника. AI позволяет системам имитировать человеческий интеллект и выполнять сложные задачи.

Направления цифровизации бизнеса с использованием AI:

1. Автоматизация сложных задач. Создание интеллектуальных помощников для персонала, которые могут выполнять задачи, ранее выполнявшиеся человеком. Разработка алгоритмов для принятия решений в различных бизнес-процессах, например, в сфере финансов, здравоохранения, логистики.
2. Создание персонализированного опыта. Разработка систем, которые могут предсказывать потребности клиентов и предлагать им персонализированные решения. Создание умных помощников, которые могут отвечать на вопросы клиентов, предлагать товары и услуги, учитывая их индивидуальные предпочтения.

https://право.информ2000.рф/uchebniki.htm
Бесплатная электронная библиотека по праву и экономике

3. Оптимизация бизнес-процессов. Автоматизация и оптимизация всех этапов бизнес-процессов, от закупок и производства до продаж и обслуживания клиентов. Создание интеллектуальных систем управления, которые могут адаптироваться к изменяющимся условиям рынка.

Машинное обучение и искусственный интеллект это мощные инструменты, которые позволяют компаниям повысить свою эффективность, снизить затраты, повысить качество продукции и услуг, а также создать новые возможности для роста. Внедрение этих технологий становится ключевым фактором успеха в современном мире.

Цифровые технологии охватывают все виды электронных устройств и приложений, которые используют информацию в цифровом виде. Это включает в себя интернет, мобильные телефоны, системы хранения данных, платформы анализа данных и инструменты для обмена информацией в цифровом формате.

1.5. Выводы по первой главе

В первой главе диссертации представлен обзор существующих концепций, подходов и этапов создания цифровой модели предприятия. Работа основана на анализе научных трудов других исследователей в области цифровизации. В главе рассматриваются различные определения цифровой модели предприятия и ее роль в процессе цифровой трансформации. Показано, что классификация и концепция цифровой модели зависят от специфики отрасли, размера предприятия и его стратегических задач.

Также описаны основные этапы цифровой трансформации предприятия, начиная с анализа существующей инфраструктуры и заканчивая внедрением новых цифровых решений. В качестве основных направлений цифровизации выделены оптимизация бизнес-процессов, повышение эффективности работы, развитие клиентского сервиса, внедрение новых продуктов и услуг, а также повышение конкурентоспособности.

Вернуться в каталог дипломов по менеджменту
https://право.информ2000.рф/management3/management3.htm
Полные тексты

https://право.информ2000.рф/uchebniki.htm
Бесплатная электронная библиотека по праву и экономике

Цифровая модель предприятия является ключом к успеху в современном деловом мире, способствуя ускорению роста и повышению конкурентоспособности. Для эффективной цифровой трансформации необходима чёткая стратегия, учитывающая особенности предприятия и его цели.

Вернуться в каталог дипломов по менеджменту
https://право.информ2000.рф/management3/management3.htm
Полные тексты

https://право.информ2000.рф/uchebniki.htm
Бесплатная электронная библиотека по праву и экономике

2. ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ УПРАВЛЕНИЯ И ОБЗОР ИНСТРУМЕНТОВ МОДЕЛИРОВАНИЯ

2.1. Постановка задачи управления

Организационной системой, выступающей объектом управления является промышленное предприятие по производству мебели, которое нуждается в анализе бизнес-процессов и последующей их оптимизации путём создания цифровой модели предприятия. Объектом управления может считаться любое предприятие по производству мебели имеющее запрос на оптимизацию бизнес-процессов.

В рамках постановки задачи управления были выделены следующие параметры эффективности, которые будут улучшены в процессе работы:

- сокращение временных затрат на выполнение бизнес-процессов;
- сокращение трудозатрат сотрудников на исполнение бирнес-процессов.

Создание цифровой модели может помочь повысить эффективность производства, улучшить управление и контроль, увеличить прибыль предприятия. Кроме того, создание цифровой модели предприятия позволит более детально изучить и оптимизировать внутренние бизнес-процессы мебельной фабрики. Анализ данных и моделирование различных сценариев работы помогут выявить узкие места, оптимизировать производственные циклы, сократить время производства. Это поможет предприятию предотвратить нежелательные остановки производства и минимизировать потери из-за простоев.

Инновация относится к преобразованию информационного ресурса. Рассмотрим данное преобразование через призму модели «черного ящика» на примере предприятия по изготовлению мебели представленной на рисунке 8.

Вернуться в каталог дипломов по менеджменту
https://право.информ2000.рф/management3/management3.htm
Полные тексты

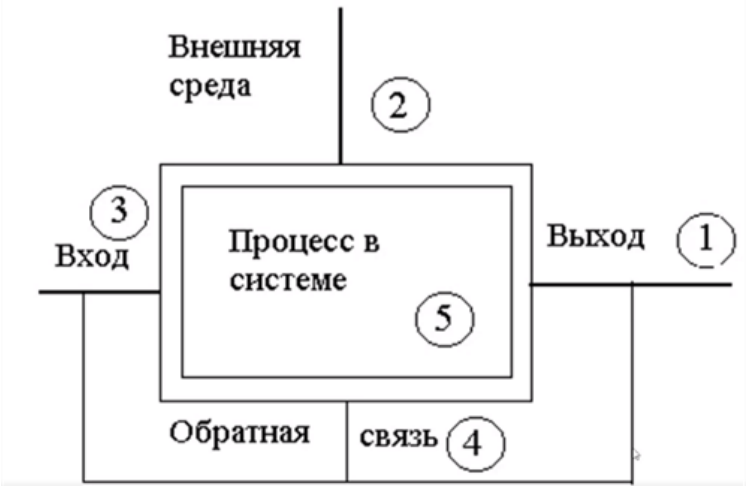

Рисунок 8 – Схематичная модель «черного ящика»

Модель чёрного ящика представляет систему, в которой внешнему наблюдателю известны лишь входные и выходные параметры, причём внутренняя структура процесса неизвестна. В графической модели отображаются только связи процесса с внешней средой в виде перечня «входов» и «выходов». Её основные компоненты можно охарактеризовать следующим образом:

1. Выходные данные: готовое изделие, прошедшее все этапы производства и готовое к отправке клиенту или отмена заявки по изготовлению изделия.
2. Внешняя среда: требования законодательства, нормативы, стандарты и правила, которые регулируют деятельность предприятия, а также внутренние регламенты, установленные самим предприятием для обеспечения нужных условий для производства.
3. Входные данные: заявка клиента на изготовление определённого предмета мебели. В заявке указываются требуемые характеристики, такие как размеры, материалы, цвет, дизайн и другие особенности.
4. Обратная связь: сбор обратной связи от клиента на всех этапах производства. Происходит согласование модели изделия (размеры, материалы, дизайн и другие детали) и её цены, также принимается обратная связь от клиента по поводу качества изготовленного изделия, удовлетворённости обслуживанием и предложениях по улучшению работы предприятия.

Вернуться в каталог дипломов по менеджменту
https://право.информ2000.рф/management3/management3.htm
Полные тексты

https://право.информ2000.рф/uchebniki.htm
Бесплатная электронная библиотека по праву и экономике

5. Процесс. Деятельность предприятия, которая включает в себя различные этапы производства. Этапы включают в себя: анализ и регистрацию заявки, процесс обработки заказа, расчёт стоимости изделия, закупку материалов, сам процесс создания изделия и поставку товара заказчику.

После поступления заявки от клиента через почту или сайт, специалисты компании обрабатывают информацию о заказе и начинают процесс создания мебели. Если заказчик запросил изделие, которое отсутствует в каталоге, то в этом случае требуется создать эскиз изделия в программе базис-мебельщик[1)18]. Здесь определяются размеры, материалы, дизайн и другие детали. После создания модели изделия, данные переносятся в программу Elma[1)19]. Это позволяет более детально проработать процесс производства и контролировать его исполнение. В программе elma создаётся маршрутная карта, на которой отображены все этапы производства мебели, сроки и ответственные лица за выполнение каждого этапа. Далее проводится расчёт стоимости изделия, и получившаяся цена изделия согласуется с заказчиков. После подтверждения заказчиком и получения оплаты заказ формируется в программе 1С[1)20] и передаётся в производство, где мастера начинают изготовление мебели в соответствии с утверждённой моделью и маршрутной картой. После завершения производства производится проверка качества изделия, а также учёт произведённой мебели через программу 1С. В конце производства мебель доставляется заказчику в установленные сроки, клиент получает изделие и на этом осуществляется завершение процесса изготовления мебели.

Надсистемой процесса является предприятие по производству мебели, будучи объектом, заинтересованным в оптимизации бизнес - процессов. Схема организационной структуры надсистемы представлена на рисунке 9.

Вернуться в каталог дипломов по менеджменту
https://право.информ2000.рф/management3/management3.htm
Полные тексты

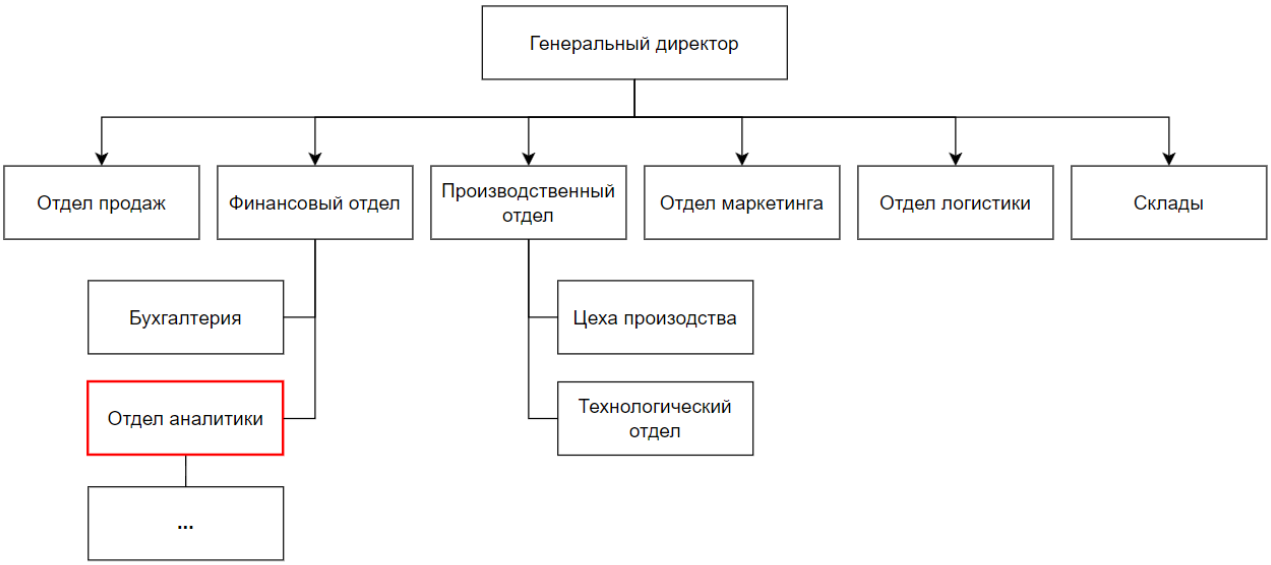

Рисунок 9 – Организационная структура надсистемы

Основываясь на модели «чёрного ящика», можно выделить подсистему, к которой относится наша инновация. Подсистемой является отдел аналитики предприятия, занимающийся анализом всех имеющихся бизнес-процессов по производству мебели. Организационная структура подсистемы представлена на рисунке 10.



Рисунок 10 – Организационная структура подсистемы

https://право.информ2000.рф/uchebniki.htm
Бесплатная электронная библиотека по праву и экономике

Для понимания принципа работы инновации рассмотрим ее концептуальную модель в таблице 4.

Таблица 4 – Концептуальная модель инновации

Основная функция системы	Основной функцией инновации является сбор и анализ данных о производстве мебели, выявление областей для улучшения и разработка и реализация инновационных решений. На основе созданных аналитических отчётов принимаются управленческие решения.
Структура системы	Надсистемой выступает предприятие по производству мебели, которое занимается выполнением заказов по производству мебельных изделий и интегрирует подсистему цифровой модели предприятия с целью оптимизации бизнес-процессов. Подробная структура организации надсистемы представлена на рисунке 9. Подсистемой является отдел аналитики, занимающийся разработкой и внедрением системы сбора данных, автоматизацией процессов и улучшением работы цифровой модели предприятия. Данный отдел интерпретирует информацию, выявляет тенденции и закономерности, а также принимает активное участие в процессе принятия решений на основе проведённого анализа. Структура подсистемы в виде схемы изображена на рисунке 10. Надсистема предоставляет подсистеме цели, приоритеты и ресурсы. Подсистема, в свою очередь, предоставляет надсистеме данные, аналитику и рекомендации, которые используются для принятия решений и корректировки общей стратегии предприятия.
Путь реализации системы	Сбор и анализ бизнес-процессов предприятия. Создание цифровой модели бизнес–процессов на основе данных, полученных от предприятия для их последующего анализа и оптимизации. Используя результаты работы цифровой модели происходит выбор процессов, влияющих на

Вернуться в каталог дипломов по менеджменту
https://право.информ2000.рф/management3/management3.htm
Полные тексты

https://право.информ2000.рф/uchebniki.htm
Бесплатная электронная библиотека по праву и экономике

	эффективность предприятия. Формируется решение об улучшении выбранных процессов.

Окончание таблицы 4 – Концептуальная модель инновации

Путь реализации системы	Сбор и анализ бизнес-процессов предприятия. Создание цифровой модели бизнес–процессов на основе данных, полученных от предприятия для их последующего анализа и оптимизации. Используя результаты работы цифровой модели происходит выбор процессов, влияющих на эффективность предприятия.
Направленность её функционирования	Информационная. Инновация направлена на улучшение и оптимизацию бизнес-процессов производства.
Результат функционирования	При успешной реализации система может помочь предприятию по производству мебели значительно повысить свою эффективность и инновационность.

В рамках подсистемы, цифровая модель предприятия используется для оптимизации бизнес-процессов. Полученная информация передаётся в надсистему, для принятия дальнейших решения по улучшению процессов производства.

Основные подсистемы организационной системы:

1. Подсистема отдел продаж. Отвечает за приём и анализ заявок на изготовление изделия от заказчика, контактирует с заказчиков, рассчитывает и согласует стоимость изделия, создаёт заказ в программах 1С и Elma.
2. Подсистема финансовый отдел. Занимается планированием бюджета, и его правильным распределением, контролем доходов, расходов и выручки.
3. Подсистема производственный отдел. Занимается непосредственно производством изделия, включая в себя создания эскиза, выполнение маршрутной карты, учёт остатков, контроль качества и упаковку.
4. Подсистема отдел маркетинга. Анализирует рынок и целевую аудиторию. Взаимодействует с клиентами, отвечает за продажи и обслуживание, улучшает качество предоставляемых услуг.

Вернуться в каталог дипломов по менеджменту
https://право.информ2000.рф/management3/management3.htm
Полные тексты

https://право.информ2000.рф/uchebniki.htm
Бесплатная электронная библиотека по праву и экономике

5. Подсистема отдел логистики. обеспечивает производство необходимыми материалами и отвечает за быструю доставку готового изделия заказчику.

Для каждой из подсистем были выделены ключевые показатели:

1. Ключевые показатели подсистемы «Отдел продаж» представлены в виде формулы (1).

$$a(t) = \{X_z,\ T_z,\ W_z\}, (1)$$

где X_z – количество заявок от заказчиковT_z – время на обработку заявки и формирование заказаW_z – трудозатраты на обработку заявки

2. Ключевые показатели подсистемы «Технологический отдел» представлены в виде формулы (2).

$$b(t) = \{T_m,\ W_m\}, (2)$$

где T_m – время обработки ТЗ и создание модели изделия

W_m – трудозатраты на создание модели изделия

3. Ключевые показатели подсистемы «Производственный отдел» представлены в виде формулы (3).

$$c(t) = \{T_p, W_d, X_p\}, (3)$$

где T_p – время производства изделия

W_p – трудозатраты на производство изделия

X_p – количество выполненных заказов

4. Ключевые показатели подсистемы «Отдел логистики» представлены в виде формулы (4).

Вернуться в каталог дипломов по менеджменту
https://право.информ2000.рф/management3/management3.htm
Полные тексты

$$d(t) = \{T_d\}, (4)$$

где T_d – время доставки материалов

Описывая взаимодействие подсистем можно сказать, что подсистема отдела продаж тесно связана с подсистемой производственного отдела, обеспечивая его заказами, а также является посредником между заказчиком, передавая информацию в обе стороны в случае необходимости. Подсистема производственного отдела связана с подсистемой отдела логистики, которая отвечает за наличие материалов на складе и быструю их поставку в случае их отсутствия. Подсистема отдела маркетинга взаимодействует с подсистемой финансового отдела, обеспечивая её потоком клиентов и прибылью.

Ранее мы уже выделили параметры эффективности системы (время, трудозатраты каждой подсистемы, количество клиентов и заявок, а также некоторые другие). Теперь выделим для каждого из параметров эффективности факторы, из которых он состоит.

Общее время эффективности складывается из параметров времени каждой подсистемы и представлено в виде формулы (5).

$$T_{full} = T_z + T_m + T_p + T_d \ (5)$$

Общие трудозатраты сотрудников складываются из параметров трудозатрат каждой подсистемы и представлены в виде формулы (6).

$$W_{full} = W_z + W_m + W_p \ (6)$$

Также важным рассматриваемым параметром эффективности является отношение количества выполненных заказов к количеству полученных заявок представлены в виде формулы (7).

$$X_r = X_p / X_z \ (7)$$

где X_p – количество выполненных заказов

$$X_z - \text{количество полученных заявок}$$

Целью системы является минимизация времени и трудозатрат на создание изделия, а также увеличение отношения количества заказов к количеству заявок.

Цель системы (Z) – добиться таких результатов, чтобы каждый параметр системы перешёл из вектора начального состояние в вектор конечного. Цель системы представлена в виде формулы (8).

$$Z = min(T_{full}) \wedge min(W_{full}) \wedge max(X_r) \text{ (8)}$$

Критерий эффективности (коэффициент K) показывает соотношение затраченного ресурса, на который может повлиять потенциальная инновация, по отношению к полному значению затраченного ресурса на производство изделия.

Коэффициент затраченного времени представлен в виде формулы (9).

$$K_w = \frac{T_z+T_m+T_p+T_d}{T_{full}} \text{ (9)}$$

Коэффициент затраченных трудозатрат представлен в виде формулы (10).

$$K_w = \frac{W_z+W_m+W_p}{W_{full}} \text{ (10)}$$

Коэффициент заказов к заявкам представлен в виде формулы (10).

$$K_z = X_r \text{ (10).}$$

Достижением цели будет выполненное условие $K_0 - K_1 < 0$

Среди основных участников выбранной подсистемы были выделены: руководитель отдела аналитики, системный администратор, аналитик, специалист по цифровым технологиям. Для более точного понимания процесса

Вернуться в каталог дипломов по менеджменту
https://право.информ2000.рф/management3/management3.htm
Полные тексты

https://право.информ2000.рф/uchebniki.htm
Бесплатная электронная библиотека по праву и экономике

внедрения инновации в подсистему следует рассмотреть роли каждого участника подсистемы, представленные в таблице 5.

Таблица 5 – Роли участников подсистемы и их зона ответственности

Роль участника	Зона ответственности
Руководитель отдела аналитики	Определяет стратегию и цели аналитического подразделения, разрабатывает планы и задачи для участников команды. Координирует работу сотрудников, контролирует выполнение поставленных задач и результатов анализа цифрового двойника.
Руководитель отдела аналитики	Определяет стратегию и цели аналитического подразделения, разрабатывает планы и задачи для участников команды. Координирует работу сотрудников, контролирует выполнение поставленных задач и результатов анализа цифрового двойника. Принимает управленческие решения на основе представленной аналитической информации и отчётов.
Системный администратор.	Отвечает за настройку и обслуживание программного обеспечения, необходимого для анализа цифрового двойника при производстве мебели. Обеспечивает безопасность данных и защиту информации о цифровом двойнике. Осуществляет мониторинг работоспособности системы и решает технические проблемы, возникающие в процессе анализа.
Аналитик	Осуществляет анализ цифрового двойника при производстве мебели, используя специализированные программы и инструменты. Интерпретирует данные, выявляет тенденции и закономерности, принимает участие в принятии решений на основе результатов анализа. Составляет отчеты и представляет информацию управленческому персоналу для принятия решений по оптимизации производственных процессов.
Специалист по цифровым технологиям	Отвечает за внедрении инновационных технологий при анализе цифрового двойника в производстве мебели. Разрабатывает и внедряет системы сбора данных, автоматизации процессов и улучшения работы цифрового двойника. Обеспечивает поддержку и обучение сотрудников по работе с цифровыми технологиями и программным обеспечением.

Вернуться в каталог дипломов по менеджменту
https://право.информ2000.рф/management3/management3.htm
Полные тексты

https://право.информ2000.рф/uchebniki.htm
Бесплатная электронная библиотека по праву и экономике

Подсистема играет важную роль в оптимизации бизнес-процессов предприятия. Она предоставляет данные и аналитику, которые помогают выявлять и устранять неэффективности. Она разрабатывает и внедряет новые технологии и методы для повышения эффективности и производительности, а также участвует в принятии решений на основе результатов анализа данных. Предоставляя рекомендации и прогнозы предприятию, подсистема помогает принимать обоснованные решения, направленные на улучшение производственных процессов и повышение конкурентоспособности.

При оптимальной организации и успешной реализации данной системы, предприятие по производству мебели сможет существенно улучшить свои показатели эффективности. Это позволит сократить сроки выполнения заказов.

Условиями и ограничениями в достижении цели являются:

1. Количество и данных и их достоверность. Из за малого количества данных не получится полноценно оценить эффективность предприятия используя цифровую модель. Неверные данные полученные от предприятия могут привести не к тем результатам, которые ожидаются.
2. Технические ресурсы. Ограниченность в ресурсах может помешать применению новых изменений выявленных при помощи цифровой модели.
3. Безопасность данных. Обеспечение безопасности и конфиденциальности обучающих данных и данных, обрабатываемых системой, является критическим условием для достижения цели.
4. Обучение персонала. Неспособность персонала принять новые изменения затруднит эффективность производства.

Можно выделить следующие критерии достижения цели:

1. Увеличение производительности. Увеличение скорости производства продукции засчёт правильного распределения ресурсов.
2. Сокращение времени обработки заявок клиента. Снижении времени произойдёт за счёт внедрение общей формы заполнения заявки по по созданию желаемого изделия.

Вернуться в каталог дипломов по менеджменту
https://право.информ2000.рф/management3/management3.htm
Полные тексты

https://право.информ2000.рф/uchebniki.htm
Бесплатная электронная библиотека по праву и экономике

3. Улучшение качества изготавливаемых изделий. Уменьшение вероятности человеческих ошибок и повышение качества изделий.
4. Оптимизация использования ресурсов. Эффективное использование оборудования, материалов и персонала путём оптимизации производственных процессов.
5. Улучшение доступности данных. Обеспечение быстрого доступа к данным об испытаниях и результатам для анализа и принятия решений, включая возможность удалённого доступа к данным.
6. Экономия затрат. Снижение затрат на проведение испытаний благодаря оптимизации процесса, уменьшению ошибок и повторному использованию ресурсов.

Управляющей системой в нашем случае отдел аналитики, занимающийся анализом бизнес–процессов компании и их усовершенствованием. Управляемой подсистемой является система цифровой модели, которая построена на основе бизнес-процессов предприятия и включает в себя алгоритмы имитационного моделирования для обработки и анализа имеющихся данных.

$S(t)$ - состояние системы в момент времени t, где:

$\{O(a(t))\}_{i=1}^{N}$ - характеристики подсистемы «Отдел продаж» для нового изделия i в момент времени t

$\{T(b(t))\}_{i=1}^{N}$ - характеристики подсистемы «Технологический отдел» для нового изделия i в момент времени t

$\{P(c(t))\}_{i=1}^{N}$ - характеристики подсистемы «Производственный отдел» для нового изделия i в момент времени t

$\{L(d(t))\}_{i=1}^{N}$ - характеристики подсистемы «Отдел маркетинга» для нового изделия i в момент времени t

R – матрица связей между подсистемами

Таким образом состояние системы в момент времени t представлено в виде формулы (11).

Вернуться в каталог дипломов по менеджменту
https://право.информ2000.рф/management3/management3.htm
Полные тексты

$$S(t) = \left(\{O(a(t))\}_{i=1}^{N}, \{T(b(t))\}_{i=1}^{N}, \{P(c(t))\}_{i=1}^{N}, \{L(d(t))\}_{i=1}^{N} R\right) (11).$$

Вектор управления состоит из компонентов: управление данными, управление процессами. Формула (12) вектора управления представлена ниже.

$$\vec{u}(t) = [u_d, u_p] - \text{вектор управления } (12),$$

где u_d – управление данными предприятия

u_p – управление процессами предприятия

Таким образом итоговая постановка задачи управления представлена на рисунке 11.

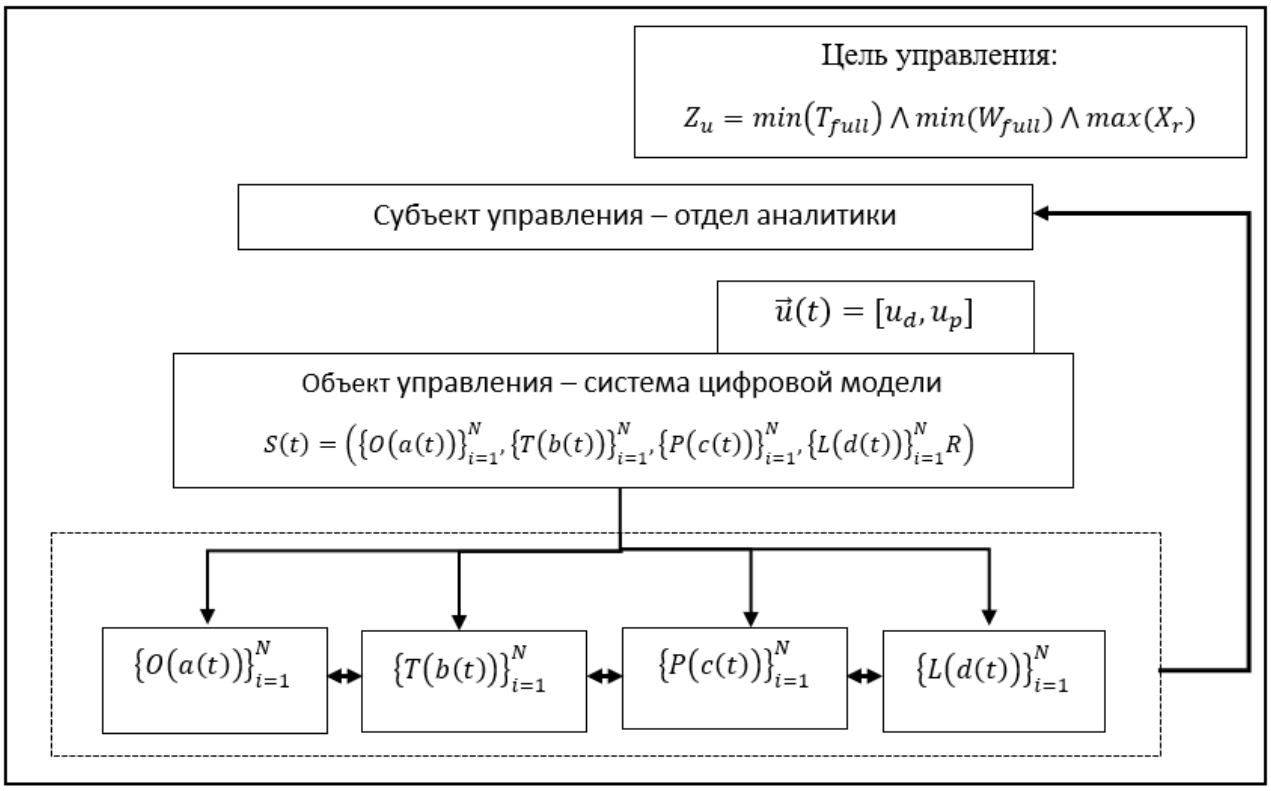

Рисунок 11 – Итоговая постановка задачи управления

https://право.информ2000.рф/uchebniki.htm
Бесплатная электронная библиотека по праву и экономике

2.2. Востребованность решений цифровых двойников

Изменения физического объекта в течение его жизненного цикла отражаются в цифровой модели, что позволяет предсказывать будущее этого объекта и системы, в которой он взаимодействует с другими объектами и на которую влияет.

Цифровые двойники могут представлять собой любой физический объект: от наноматериалов до целых городов. Иногда с помощью цифровых двойников моделируют людей и их поведение (например, поток покупателей в магазинах).

Технология цифровых двойников играет важную роль в проектах по цифровой трансформации. Она помогает производителям промышленных изделий повысить свою конкурентоспособность, ускорить выпуск продукции, создавать более надёжные и прочные конструкции, которые требуют меньше материалов (что особенно важно в условиях роста цен на материалы), и быстрее выводить эти изделия на рынок. Без технологии цифровых двойников создание таких производств было бы невозможно.

Цифровые двойники позволяют сократить расходы, перенося акцент на стадию разработки. Чем позже вносятся изменения в проект, тем дороже получается изделие, а перепроектирование и многократные уточнения в разы увеличивают финансовые и временные затраты, закрывая «окно возможностей» для вывода новой продукции на рынок.

В целом аналитическая компания LNS Research выделяет следующие факторы, стимулирующие внедрение цифровых двойников на производстве:

- увеличение качества продукта;
- снижение стоимости производства;
- снижение незапланированных простоев;
- увеличение производительности;
- обеспечение безопасного производства;
- тестирование новых идей проектирования;
- улучшение продуктов;
- цифровая трансформация предприятия;

Вернуться в каталог дипломов по менеджменту
https://право.информ2000.рф/management3/management3.htm
Полные тексты

- ускорение информации о новых продуктах;
- снижение запланированных простоев;
- соответствие требованиям регуляторов;
- тренинг по новым производственным процессам;
- проектировочные изменения в производственной линии;
- обновление продукта в полевых условиях.

Применение цифровых двойников позволяет снизить издержки не только на стадии проектирования, но и на всех последующих этапах жизненного цикла продукта: при эксплуатации, поддержке, мониторинге и утилизации. Однако следует учесть, что на этапе проектирования и разработки системы снижается гибкость, то есть возможность легко вносить изменения в конструкцию. Из-за этого стоимость таких изменений возрастает.

Блэнчард Б. С. и Фабрицки В. Ж. в своей работе «Система инжиниринга и анализа» (“Systems Engineering and Analysis”)[1)21] описали процесс создания продукта на разных этапах жизненного цикла с указанием затрат на каждом из них. Этот процесс подробно представлен на рисунке 12.



Рисунок 12 – Процесс создания продукта на разных этапах жизненного цикла

На начальной стадии процесса проектирования можно внести большое количество изменений в конструкцию изделия. Однако по мере утверждения технологических и архитектурных решений возможности для изменений

Вернуться в каталог дипломов по менеджменту
https://право.информ2000.рф/management3/management3.htm
Полные тексты

уменьшаются. Это приводит к тому, что чем позже вносятся изменения, тем больше издержек несёт компания.

Кривая 2 отражает процент принятых решений, которые определяют выбор технологии, конфигурации, производительности и стоимости решения. В начале процесса кривая быстро растёт, а затем её рост замедляется. Это означает, что основные инженерно-технологические решения принимаются на начальном этапе и определяют логику дальнейшего проекта.

Кривая 4, отражающая рост затрат, имеет S-образную форму. На этапе проектирования затраты минимальны, но они резко возрастают в момент передачи изделия на производство.

Кривая 3, показывающая объём знаний о системе, также имеет S-образную форму, хотя стадия быстрого роста на этой кривой менее выражена.

Использование цифровых двойников позволяет проводить испытания в виртуальном пространстве, что даёт возможность удешевить продукт и ускорить его создание. Внедрение цифровых двойников позволяет перенести большую часть виртуальных испытаний на начальную стадию проектирования, что даёт возможность внести максимальное количество необходимых изменений на этом этапе и сократить время, требуемое для запуска продукта, при значительно меньших материальных затратах. Это, в свою очередь, увеличивает рентабельность и даёт предприятию конкурентное преимущество.

В 2018 году аналитическая компания LNS Research провела исследование характера использования технологии цифровых двойников. Результаты исследования были опубликованы в статье «Forging The Digital Twin In Discrete Manufacturing»[1)22]. В ходе исследования компания опросила более 300 руководителей промышленных предприятий разных отраслей и представила структуру ответов респондентов на вопрос о стадии или планах по внедрению цифровых двойников. Структура представлена на рисунке 13.

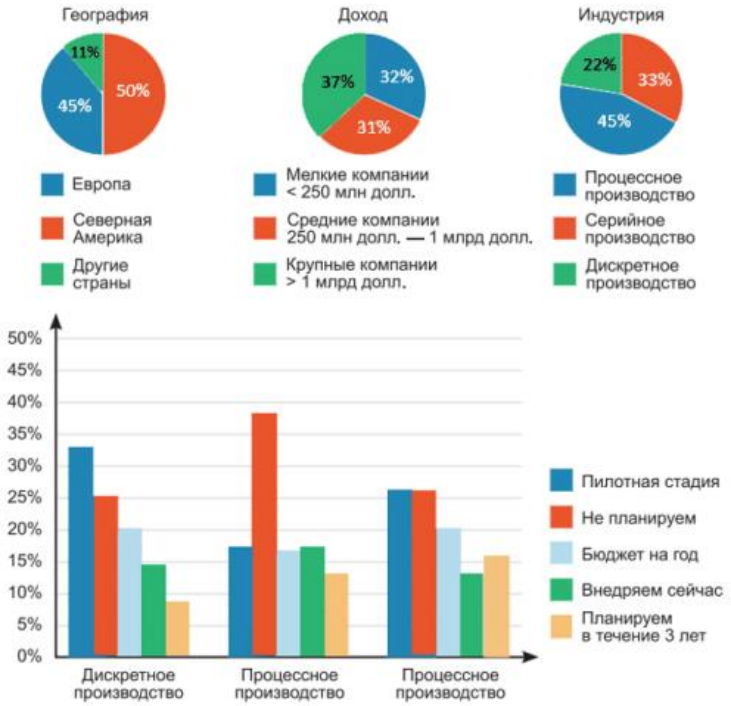

Рисунок 13 – Структура участников опроса

Рост рынка во многом обусловлен успешными проектами по применению цифровых двойников, которые позволили создать уникальные продукты и реализовать решения, направленные на увеличение срока службы оборудования и снижение расходов на ремонт, включая оптимизацию ремонта в труднодоступных и удалённых местах.

Востребованность технологии возрастает по мере развития смежных и сопутствующих цифровых технологий, таких как промышленный интернет вещей, облачные технологии, приложения виртуальной и дополненной реальности, а также технологии аддитивного производства. Снижение стоимости и повышение доступности датчиков с низким энергопотреблением, приложений для аналитики больших данных и вычислительных мощностей из облака, а также новые возможности оптимизации изделий под аддитивные технологии производства стимулируют разработку проектов по созданию цифровых двойников.

В некоторых компаниях создание цифровых двойников является частью стратегии цифровизации или реализуется в рамках проектов по повышению уровня безопасности эксплуатации ответственного оборудования, что также

https://право.информ2000.рф/uchebniki.htm
Бесплатная электронная библиотека по праву и экономике

способствует росту рынка, вызывающему значительный интерес в последние годы.

Основная цель использования цифровых двойников — точное прогнозирование, предотвращение проблем до их возникновения и эффективное планирование на будущее.

2.3. Технологическая составляющая цифрового двойника

Функционирование цифрового двойника невозможно без ключевой технологической составляющей. Она заключается в использовании современных технологий для создания точной виртуальной копии физического объекта, процесса или системы.

Основные элементы технологической составляющей:

1. Сбор данных. Датчики и сенсоры собирают информацию о физическом объекте или системе в реальном времени. Эти данные могут включать параметры производительности, условия эксплуатации, состояние компонентов и многое другое.
2. Обработка данных. Алгоритмы машинного обучения и искусственного интеллекта анализируют собранные данные. Это позволяет выявить закономерности, предсказать возможные проблемы и оптимизировать работу системы.
3. Моделирование и симуляция. На основе собранных данных создаётся математическая модель физического объекта или процесса. Модель используется для симуляции поведения системы в различных условиях. Это позволяет тестировать новые решения без необходимости реальных экспериментов.
4. Визуализация. Результаты моделирования и симуляции представляются в графическом виде. Это удобно для восприятия и анализа. Визуализация может включать графики, диаграммы, 3D-модели и другие форматы.

Вернуться в каталог дипломов по менеджменту
https://право.информ2000.рф/management3/management3.htm
Полные тексты

https://право.информ2000.рф/uchebniki.htm
Бесплатная электронная библиотека по праву и экономике

5. Интеграция с системами управления. Цифровой двойник подключается к системам управления производством, логистикой, обслуживанием и другими процессами. Это позволяет автоматизировать принятие решений и оптимизировать работу.
6. Облачные технологии. Для хранения и обработки больших объёмов данных, необходимых для функционирования цифрового двойника, используются облачные платформы. Это обеспечивает масштабируемость и доступность системы.

Технологическая составляющая цифрового двойника позволяет создать виртуальную копию, которая максимально точно отражает поведение и характеристики физического объекта или системы. Это открывает широкие возможности для оптимизации процессов, снижения рисков и повышения эффективности работы.

Так например в работе «Возможности применения цифровых двойников в промышленности»[1)23] автор Г. Б. Коровин соотнёс элементы цифрового двойника и технологии, используемые для его создания, которые представлены в таблице 6.

Таблица 6 – Технологии и технологические направления создания цифровых двойников

Элемент цифрового двойника	Используемые технологии
Цифровая модель	3D моделирование; моделирование физических процессов; моделирование поведения объекта; анализ согласованности моделей; интеграция и валидация моделей
Датчики и технологии передачи данных	Датчики, сенсоры; беспроводные сети; интернет вещей; системы видеонаблюдения; системы оптимизации расположения датчиков
Средства интеграции и интерпретации данных	Очистка, проверка, хранение данных; анализ, интеграция и слияние данных; искусственный интеллект, машинное обучение; средства симуляции поведения и предиктивная аналитика; облачные вычисления

Вернуться в каталог дипломов по менеджменту
https://право.информ2000.рф/management3/management3.htm
Полные тексты

https://право.информ2000.рф/uchebniki.htm
Бесплатная электронная библиотека по праву и экономике

Продолжение таблицы 6 – Технологии и технологические направления создания цифровых двойников

Элемент цифрового двойника	Используемые технологии
Интерфейс для пользователя	Технологии человеко-машинного интерфейса; визуализация данных; виртуальная и дополненная реальность
Средства связи между элементами	Обеспечение совместимости протоколов связи, интерфейсов; обеспечение беспроводной связи; обеспечение информационной безопасности
Средства управления объектом	Регулируемые механические приводы; средства автоматизации, роботизации; станки с программным управлением. промышленная электроника; аддитивные технологии; комплексные системы управления производством

Датчики собирают данные в режиме реального времени. Затем эти данные преобразуются в цифровой вид и обрабатываются микроконтроллерами и другими устройствами на границе сети. После этого данные отправляются на шлюз, который принимает радиосигнал от «умных» устройств, обрабатывает его и передаёт серверу. Серверы сети интернета вещей (IoT) могут быть реализованы на базе виртуального сервера, физической машины или в облаке.

После обработки и анализа данных может потребоваться воздействовать на элементы физического объекта. Для хранения больших объёмов данных, поступающих с датчиков, используются базы данных.

На этапе анализа собранных данных могут применяться различные технологии, состав которых определяется нуждами предприятия и требованиями к цифровому двойнику.

При анализе данных важную роль играет искусственный интеллект и его подраздел — машинное обучение. Цифровой двойник не только отражает текущее состояние физического объекта, но и позволяет проводить прогнозный анализ. Поэтому алгоритмы искусственного интеллекта и машинного обучения

Вернуться в каталог дипломов по менеджменту
https://право.информ2000.рф/management3/management3.htm
Полные тексты

https://право.информ2000.рф/uchebniki.htm
Бесплатная электронная библиотека по праву и экономике

обеспечивают более точный анализ по сравнению с традиционными методами симуляции.

2.4. Сравнительный анализ инструментов по созданию цифровой модели

Технология цифровых двойников имеет широкий спектр применений, охватывая такие задачи, как диагностика состояния объекта, прогнозирование, оптимизация работы и управление. Их уникальность заключается в возможности совместного использования несколькими организациями, например, производителем, обслуживающей и страховой компаниями.

Несмотря на растущую популярность, исследования в области цифровых двойников остаются ограниченными. Из-за этого существует не так много успешных примеров внедрения цифровых двойников на основе моделирования на предприятиях. Тем не менее, потенциал этой технологии огромен, и по мере ее дальнейшего изучения и развития она продолжит играть жизненно важную роль в трансформации бизнеса.

AnyLogic[1)24] является одним из первых инструментов, обеспечивающих математическое моделирование в качестве основы для цифровых двойников. Два ключевых компонента любого цифрового двойника — динамические модели и данные, отражающие текущее состояние реальной моделируемой системы.

Принятие решений, касающихся развития, оптимизации или реорганизации производства, обусловлено множеством факторов. Часто довольно трудно заранее оценить потенциальную прибыль или убыток от реализации такого рода решений. Традиционно принятие решений основано на прошлом опыте и интуиции, иногда решения принимаются при помощи Excel-таблиц. Эти подходы рискованны и далеки от современных систем поддержки принятия решений. Одним из наиболее мощных средств для анализа производства является имитационное моделирование. Проведение имитационных экспериментов позволяет оценить влияние изменения различных параметров системы и принять правильное решение.

Вернуться в каталог дипломов по менеджменту
https://право.информ2000.рф/management3/management3.htm
Полные тексты

https://право.информ2000.рф/uchebniki.htm
Бесплатная электронная библиотека по праву и экономике

Имитационное моделирование широко используется в производстве для решения различных проблем от оптимизации промежуточных процессов до стратегического управления. Моделирование позволяет анализировать не только конкретный процесс, но и систему производства в целом, что даёт возможность проверить капиталоёмкость той или иной стратегии управления. Проведение экспериментов с использованием модели избавляет от необходимости проведения экспериментов в реальной жизни и не мешает работе производства.

Мощная среда моделирования AnyLogic предоставляет всеобъемлющую среду моделирования, позволяющую создавать сложные и подробные цифровые модели. Его интуитивно понятный интерфейс и широкий спектр встроенных библиотек позволяют пользователям быстро разрабатывать точные модели.

AnyLogic поддерживает широкий спектр методов моделирования, включая дискретное, непрерывное и агентное моделирование. Это позволяет пользователям выбирать наиболее подходящий подход для своей конкретной задачи моделирования.

Программа также поддерживает интеграцию с другими инструментами, такими как CAD, базы данных и языки программирования. Это позволяет пользователям создавать комплексные цифровые модели, объединяющие данные из различных источников.

На рисунке 14 представлен пример модели созданной в Anylogic.

Вернуться в каталог дипломов по менеджменту
https://право.информ2000.рф/management3/management3.htm
Полные тексты

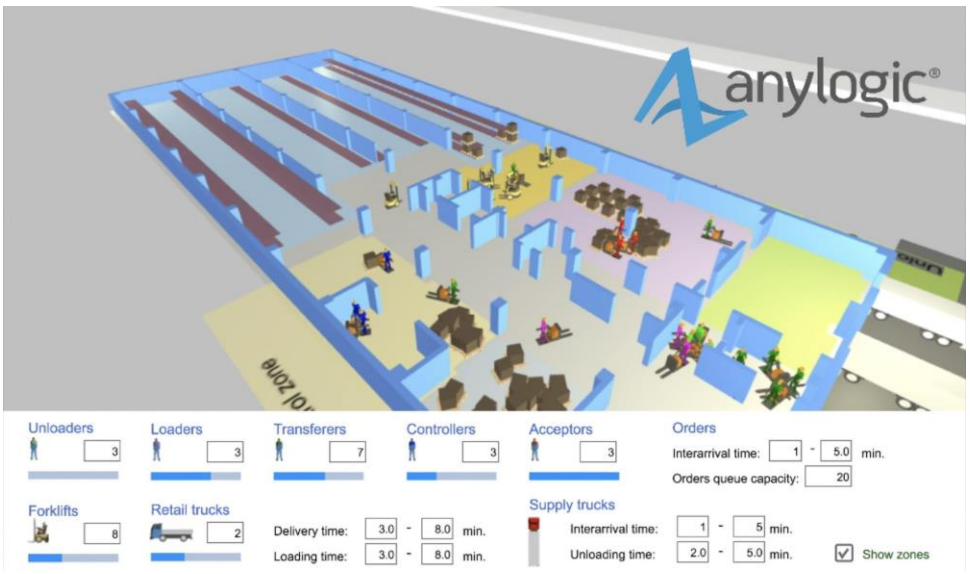

Рисунок 14 – Пример модели созданной в Anylogic

Azure Digital Twins [1)25] — еще один важный инструмент для создания цифровых двойников. Это облачная платформа Интернета вещей от Microsoft, которая позволяет создавать цифровые двойники физических объектов, систем и сред. Эти цифровые копии, отражающие реальные объекты, дают возможность анализировать и оптимизировать процессы, принимать более эффективные решения и создавать умные, связанные системы. Она предоставляет доступ к широкому спектру облачных сервисов, таких как хранение данных, анализ данных и искусственный интеллект.

Принятие решений, касающихся развития, оптимизации или реорганизации сложных систем, часто бывает сложным. Традиционные методы, основанные на опыте и интуиции, могут быть рискованными и не всегда эффективными. Azure Digital Twin решает эту проблему, позволяя создавать цифровые модели, которые позволяют анализировать различные сценарии и прогнозировать результаты изменений. Это позволяет принимать более обоснованные и эффективные решения. Мощный инструмент для оптимизации различных процессов, позволяющий улучшать производительность, управлять ресурсами, прогнозировать спрос и многое другое. Он собирает данные из различных источников, создавая полную картину работы физических систем.

Azure Digital Twins имеет удобный интерфейс, что делает его доступным даже для пользователей с ограниченным опытом моделирования. Он также предоставляет предварительно созданные шаблоны и компоненты, которые упрощают процесс создания цифровых моделей. Пример интерфейса Azure Digital Twins представлен на рисунке 15.

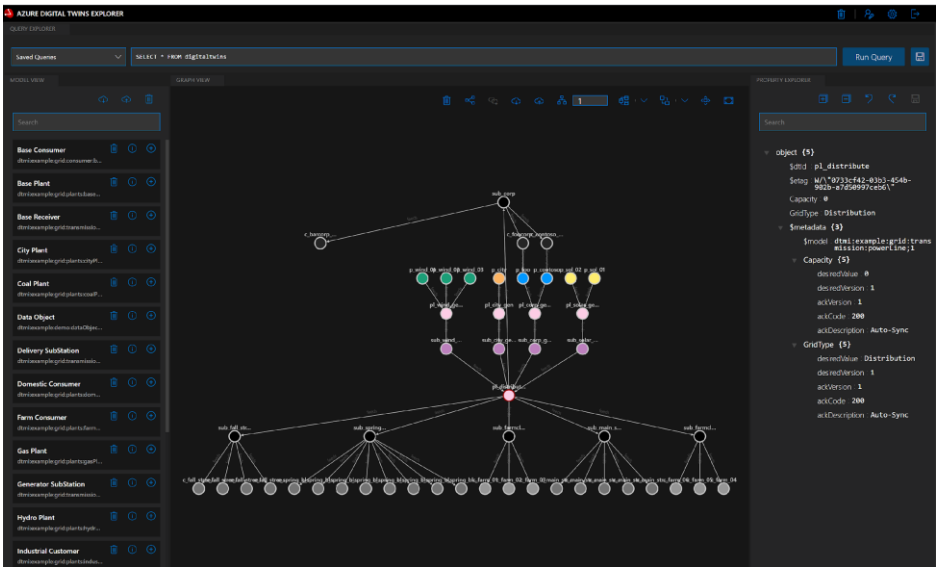

Рисунок 15 – Пример модели в Azure Digital Twins

Azure Digital Twins позволяет пользователям управлять цифровыми двойниками в реальном времени, используя данные датчиков и другие источники данных IoT. Это позволяет организациям отслеживать состояние своих физических активов и оперативно реагировать на изменения.

Twinzo [1)26] – это платформа, которая использует моделирование для создания цифровых двойников реальных объектов и процессов. Создавая точную копию реального мира, Twinzo позволяет глубоко понять систему, прогнозировать результаты изменений и принимать более обоснованные решения о развитии бизнеса.

Традиционные методы принятия решений, основанные на опыте и интуиции, могут быть рискованными и не всегда эффективными. Twinzo преодолевает эту проблему, позволяя создавать цифровые модели, которые дают возможность анализировать различные сценарии и прогнозировать результаты изменений. Это делает процесс принятия решений более объективным и

эффективным. Это инструмент для оптимизации различных процессов, позволяющий улучшить эффективность и рентабельность бизнеса за счет оптимизации процессов и управления ресурсами. Она также позволяет моделировать различные сценарии и прогнозировать последствия изменений, что помогает принимать более взвешенные решения. Пример моделирования в программе Twinzo представлен на рисунке 16.



Рисунок 16 – Пример моделирования в Twinzo

Twinzo предлагает гибкую и интуитивно понятную среду для создания цифровых моделей и поддерживает различные методы моделирования, что позволяет пользователям выбирать наиболее подходящий подход для конкретной задачи. Таким образом Twinzo является мощным инструментом для создания цифровых двойников, который позволяет улучшить понимание бизнес-процессов, принять более эффективные решения и создать умные системы для оптимизации бизнеса.

Рынок предлагает разнообразные инструменты для создания цифровых двойников предприятий, и все больше компаний внедряют цифровые модели. Однако готовых визуальных решений, представляющих собой цифровые двойники в области управления рисками, на данный момент не существует.

Все три инструмента - AnyLogic, Azure Digital Twins и Twinzo - предлагают решения для создания цифровых двойников и моделирования, но имеют различные фокусы и области применения.

AnyLogic в основном ориентирован на имитационное моделирование, особенно в производственной сфере. Применяется для оптимизации производственных процессов, анализе логических цепочек и систем управления, а также в прогнозировании и планировании производства.

Преимущества:

- мощная среда моделирования с широким спектром возможностей для создания сложных моделей;
- поддержка различных методов моделирования: дискретного, непрерывного и агентного;
- интуитивно понятный интерфейс и широкий спектр библиотек.

Недостатки:

- требует установки на локальную машину;
- не предоставляет инструменты для создания полноценных платформ IoT и интеграции с реальными системами.

Azure Digital Twins фокусируется на создании цифровых двойников и платформ IoT для интеграции с реальными системами. Используется для управления активами и объектами, анализе и оптимизации работы сложных систем, таких как умные города или промышленные предприятия.

Преимущества:

- представляет собой «облачное» решение с широким спектром инструментов для интеграции с данными из различных источников;
- позволяет создавать цифровые двойники и управлять ими из единой платформы;
- имеет интеграцию с другими сервисами Azure, такими как Azure IoT Hub и Azure AI.

Недостатки:

https://право.информ2000.рф/uchebniki.htm
Бесплатная электронная библиотека по праву и экономике

- моделирование в Azure Digital Twins ограничено и требует использования дополнительных инструментов;
- не предоставляет так много возможностей для детального моделирования сложных процессов, как AnyLogic.

Twinzo направлен на создание цифровых двойников и проведение моделирования для улучшения бизнес-процессов. Позволяет оптимизировать бизнес-процессы, анализировать и прогнозировать результаты бизнес-решений, создавать умные системы для улучшения эффективности бизнеса.

Преимущества:

- сочетание моделирования и аналитики данных для оптимизации бизнес-процессов;
- гибкая и интуитивно понятная платформа для создания цифровых двойников.

Недостатки:

- в отличие от AnyLogic и Azure Digital Twins, Twinzo – относительно новый инструмент с ограниченным функционалом.

Выбор инструмента зависит от конкретной задачи. Но для моделирования цифровой модели сложных производственных процессов с детальной проработкой логики и параметров лучше всего подойдёт AnyLogic.

2.5. Выводы по второй главе

Во второй главе диссертации исследована структура организации и выделены ее основные подсистемы. Определены ключевые параметры эффективности организации, которые необходимо учитывать при постановке задачи управления. Также рассмотрено влияние инноваций на эффективность организации. Показано, что инновации могут положительно влиять на все ключевые параметры эффективности.

Технологическая составляющая цифровой модели включает в себя различные компоненты, такие как датчики, системы сбора данных, средства

Вернуться в каталог дипломов по менеджменту
https://право.информ2000.рф/management3/management3.htm
Полные тексты

https://право.информ2000.рф/uchebniki.htm
Бесплатная электронная библиотека по праву и экономике

моделирования и анализа. Выбор конкретных технологий зависит от специфики предприятия и поставленных задач.

Существует широкий спектр инструментов для создания цифровой модели, каждый из которых имеет свои преимущества и недостатки. Необходимо тщательно оценивать возможности инструментов и выбирать тот, который наилучшим образом соответствует целям и ресурсам предприятия. Результаты сравнительного анализа инструментов для создания цифровой модели помогут предприятиям улучшить эффективность.

Цифровые двойники являются мощным инструментом для управления предприятием, позволяющим повысить эффективность принятия решений, оптимизировать процессы и улучшить взаимодействие с заинтересованными сторонами.

Вернуться в каталог дипломов по менеджменту
https://право.информ2000.рф/management3/management3.htm
Полные тексты

https://право.информ2000.рф/uchebniki.htm
Бесплатная электронная библиотека по праву и экономике

3. РАЗРАБОТКА ЦИФРОВОЙ МОДЕЛИ

3.1. Описание параметров бизнес-процессов

Построенная математическая модель позволяет рассчитывать прогноз будущих состояний системы, то есть значений показателей деятельности компании, при заданных входных параметрах. Но сложность модели, количество её элементов и математических уравнений делают объём вычислений слишком большим и практически невыполнимым вручную. Для решения подобных задач, как и задач данного исследования, необходимо использование вычислительных мощностей компьютера.

Перед началом построения цифровой модели предприятия «Альтерна» были запрошены значения основных параметров, влияющих на бизнес-процессы компании. Данные запрошенных параметров, относятся к разным отделам предприятия. Наименования параметров для первого бизнес-процесса и их значения представлены в таблице 7.

Таблица 7 – Параметры бизнес-процессов отдела продаж

Параметр	Мин. (в час)	Сред. (в час)	Макс. (в час)	Вероятность
Количество заявок на изготовление (лидов)	60	75	100	
Время обработки заявки менеджером	0.25	0.5	1	
Вероятность корректности данных				0.1
Время ожидания ответа клиента по уточнению	0	3	8	
Вероятность ответил по корректировке				0.9
Время расчёта стоимости изделия	0.25	0.5	3	
Ожидание ответа клиента по стоимости	1	3	8	
Вероятность согласия клиента по цене				0.6
Создание заказа в 1С	0.1	0.15	0.3	

Вернуться в каталог дипломов по менеджменту
https://право.информ2000.рф/management3/management3.htm
Полные тексты

В день работает 6 сотрудников в отделе продаж. Далее в таблице 8 приведены параметры со значениями, относящиеся ко второму бизнес-процессу.

Таблица 8 – Параметры бизнес-процессов технологического отдела

Параметр	Мин. (в час)	Сред. (в час)	Макс. (в час)	Вероятность
Вероятность выбора изделия из каталога				0.7
Время проверка тех. задания технологом	0.1	0.2	1	
Вероятность корректировки тех задания				0.4
Ожидание ответа клиента по уточнению ТЗ	0	3	8	
Время корректировки тех задания	0,1	0.2	0.5	
Создание эскиза в базис-мебельщик	0.5	1.8	5	
Создание маршрутной карты	0.1	0.12	1	

В технологическом отделе работает в среднем 6 сотрудников. Ниже в таблице 9 представлены параметры и их значения, которые соответствуют бизнес-процессу связанным с отделом логистики.

Таблица 9 – Параметры бизнес-процессов отдела логистики

Параметр	Мин. (в час)	Сред. (в час)	Макс. (в час)	Вероятность
Вероятность что материал есть на складе				0.5
Ожидание доставки материала	1	24	240	
Время доставки готового изделия	0.1	0.7	4	

Ниже в таблице 10 представлены параметры со значениями, относящимися к отделу производства. В отделе производства за смену в среднем работает 30 человек.

https://право.информ2000.рф/uchebniki.htm
Бесплатная электронная библиотека по праву и экономике

Таблица 10 – Параметры бизнес-процессов производственного отдела

Параметр	Мин. (в час)	Сред. (в час)	Макс. (в час)	Вероятность
Время проверки наличия материалов	0	0	0	
Создание раскроя роботом в Cut Rite	0.1	0.12	0.15	
Процесс производства заказанного изделия, (работа станков около часа, с буферами 2-4 дня)	16	24	36	
Время проверки качества созданного изделия	0.1	0.12	0.15	
Время упаковки созданного изделия	0.1	0.7	4	

Имея все необходимые параметры, полученные от предприятия можно приступить к построению цифровой модели, которая будет имитировать выполнение бизнес-процессов организации.

3.2. Создание цифровой модели в Anylogic

В самом начале моделирования процессов создаём модель, присвоив ей имя «Альтерна», а в качестве единицы модельного времени указываем часы. Свойства будущей модели представлены на рисунке 17.

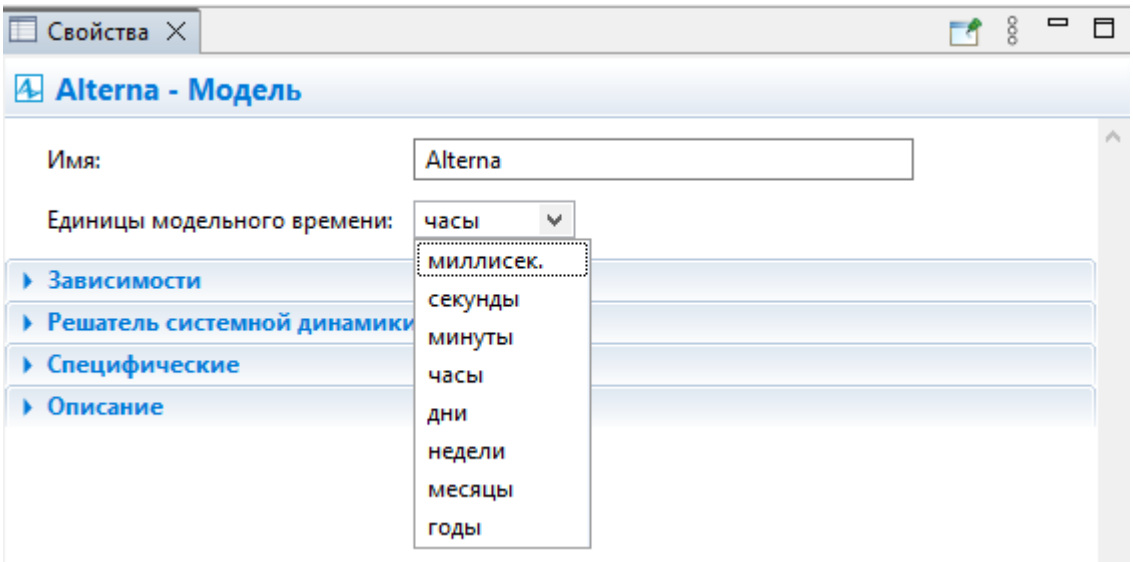

Рисунок 17 – Свойства модели

Вернуться в каталог дипломов по менеджменту
https://право.информ2000.рф/management3/management3.htm
Полные тексты

В самом начале моделирования бизнес-процесса «Обработка заявки клиента» создаём несколько блоков «Параметр». Блок находится в разделе «Системная динамика» и является атрибутом агента. Блоки раздела системной динамики представлены на рисунке 18.

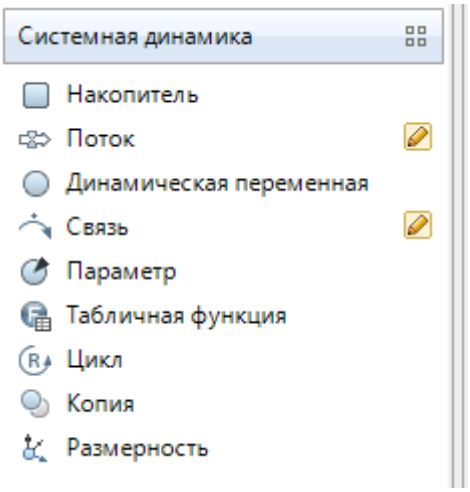

Рисунок 18 – Раздел системной динамики

Для моделирования первого бизнес-процесса понадобится 19 блоков «Параметр», перетягиваем их на область моделирования. Эти блоки будут хранить в себе значения параметров, полученных от предприятия. Одним из таких параметров является значение количество заявок в виде целого числа. Присваиваем ему значение 75, взятое как среднее количество из таблицы 7. Настройки параметра «Количество заявок» представлены на рисунке 19.

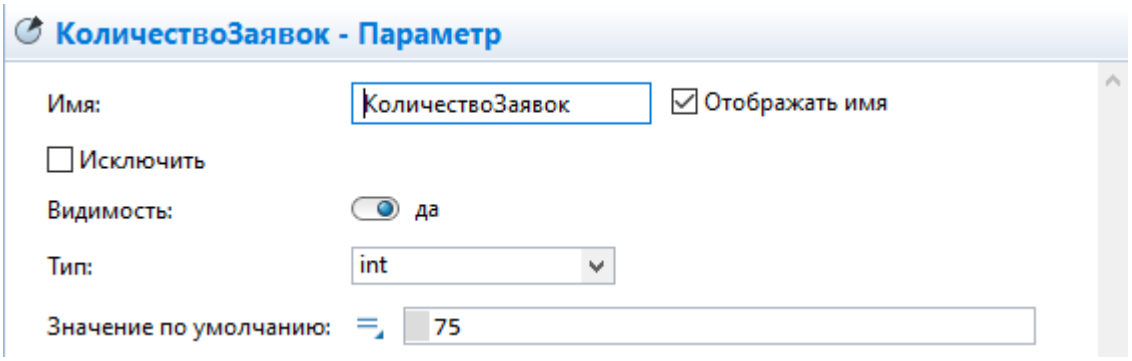

Рисунок 19 – Настройки параметра «Количество заявок»

Несколько параметров, представленных в таблице 7 представляют из себя группы значений, имеющих минимальное, среднее и максимальное значения. Так, например, параметр «Время проверки данных заявки» является группой

значений, поэтому на области моделирования именуем 3 параметра соответсвенно: проверкаДанныхМин, проверкаДанныхСр и проверкаДанныхМакс. В качестве типа параметра указываем значение с плавающей точкой «double», а значение по умолчанию переписываем из полученной таблицы значений. Изображение трёх параметров и свойства параметра «ПроверкаДанныхСр» представлено на рисунке 20.

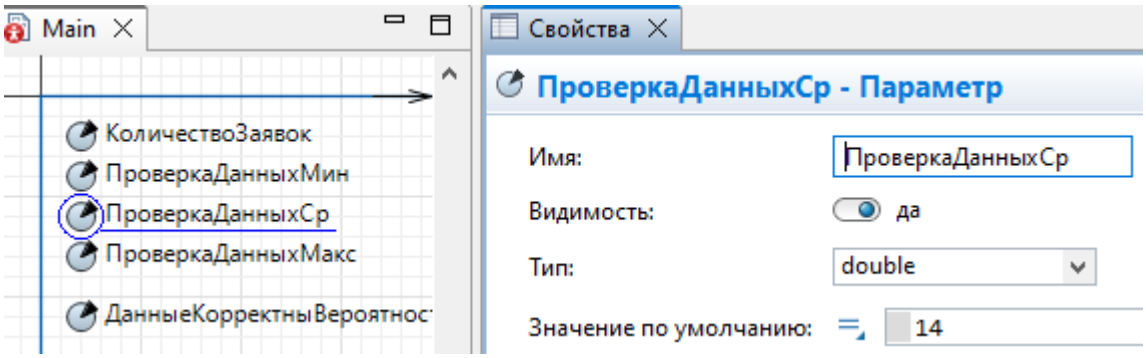

Рисунок 20 – Группа параметров «ПроверкаДанных» и свойство среднего

У бизнес-процесса обработки заявки ещё осталось несколько групп параметров, такие как:

- ожидание корректных данных от клиента, если первичные данные некорректны;
- время расчёта стоимости изделия;
- ожидание ответа клиента по согласованию стоимости изделия ;
- время создания заказа в 1С.

На области моделирования создаём каждую группу, состоящую из трёх блоков-параметров, принимающих минимальное, среднее и максимальное значения. Тип значения оставляем «double». Созданные блоки групп параметров представлены на рисунке 21.

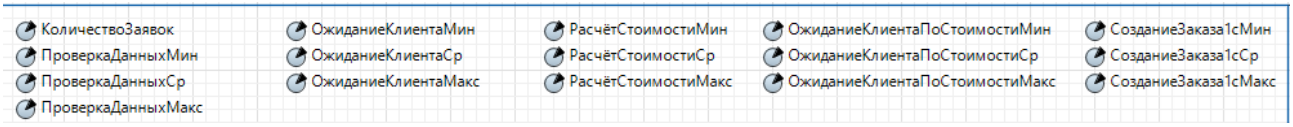

Рисунок 21 – Группы параметров первого бизнес-процесса

В бизнес-процессе присутствуют условные конструкции, которые позволяют процессу разветвляться. Параметрами таких конструкций являются

значения вероятности. Для данного бизнес-процесса создаём 3 параметра, которые будут хранить в себе следующие значения:

- вероятность корректности первичных данных от клиента;
- вероятность того, что при повторном обращении клиент прислал верные данные;
- вероятность согласия клиента по стоимости.

Пример свойств вероятностного параметра представлен на рисунке 22.

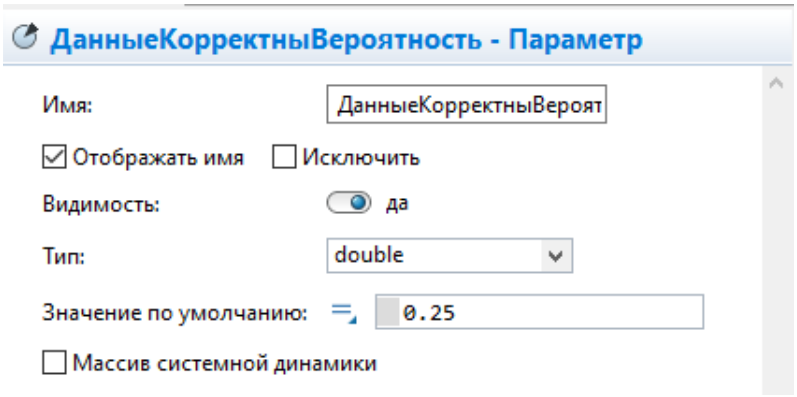

Рисунок 22 – Параметр с вероятностью корректности данных

Когда необходимые блоки параметров готовы, можно начать построение самой модели бизнес-процесса. Начальным блоком диаграммы будет блок «Source», выступающий в роли источника заявок. В настройках в качестве интенсивности прибытия устанавливаем ранее созданный параметр «Количество заявок», а значение интенсивности «в час». На рисунке 23 представлены настройки блока источника заявок.

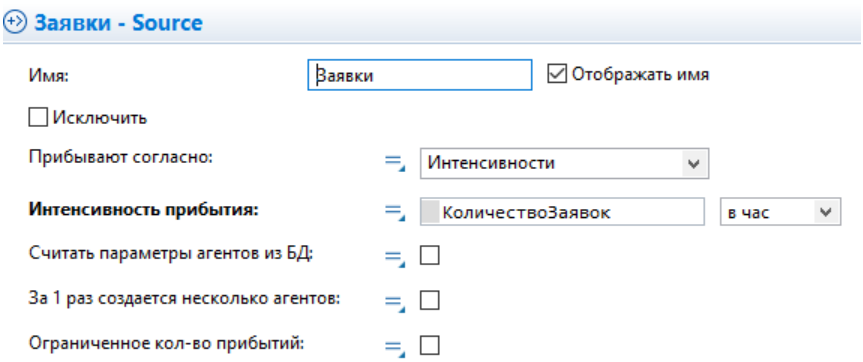

Рисунок 23 – Настройки блока «Заявки»

Следующим блоком после источника заявок устанавливаем «Service» блок. В качестве значения функции «Время задержки» прописываем triangular с

перечисленными значениями ранее созданных параметров по проверке данных. В качестве набора ресурсов создаём блок «Resource Pool», который отвечает за агентов – обработчиков процесса «Проверка данных». Настройки блока «Service» представлены на рисунке 24.

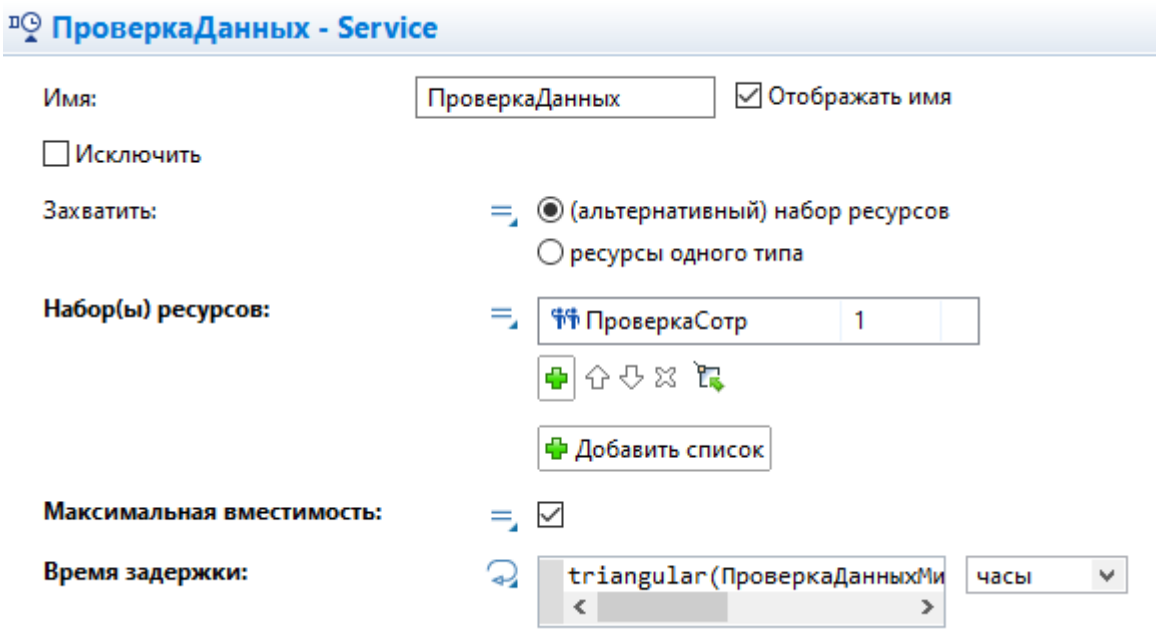

Рисунок 24 – Настройки блока «Проверка данных»

Далее в процессе идёт условный блок «SelectOutput» в качестве проверки корректности данных полученных от клиента. В качестве вероятности условия устанавливаем ранее созданный параметр «ДанныеКорректныВероятность». Настройки условного блока «SelectOutput» представлены на рисунке 23.

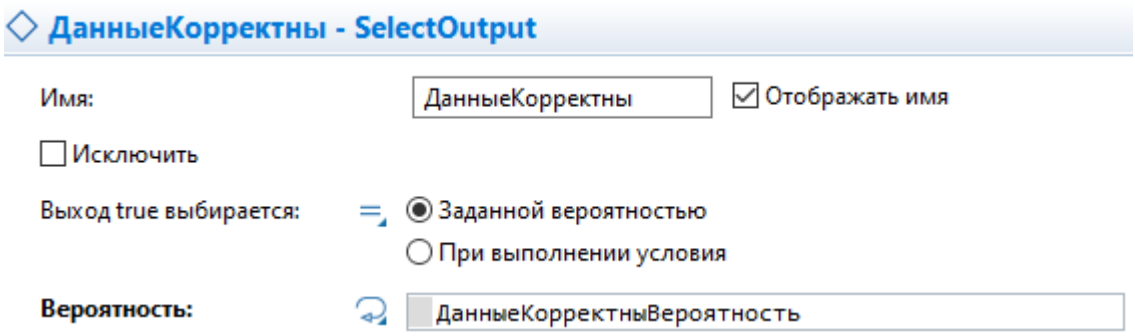

Рисунок 25 – Настройки блока «ДанныеКорректны»

В ветке случая, когда полученные первичные данные от клиента будут некорректны создаём блок «Delay», означающий задержку в виде ожидания ответа клиента. В качестве параметров функции triangular прописываем ранее

созданные временные параметры по ожиданию ответа клиента. На рисунке 26 представлены настройки блока «ОжиданиеКлиента».

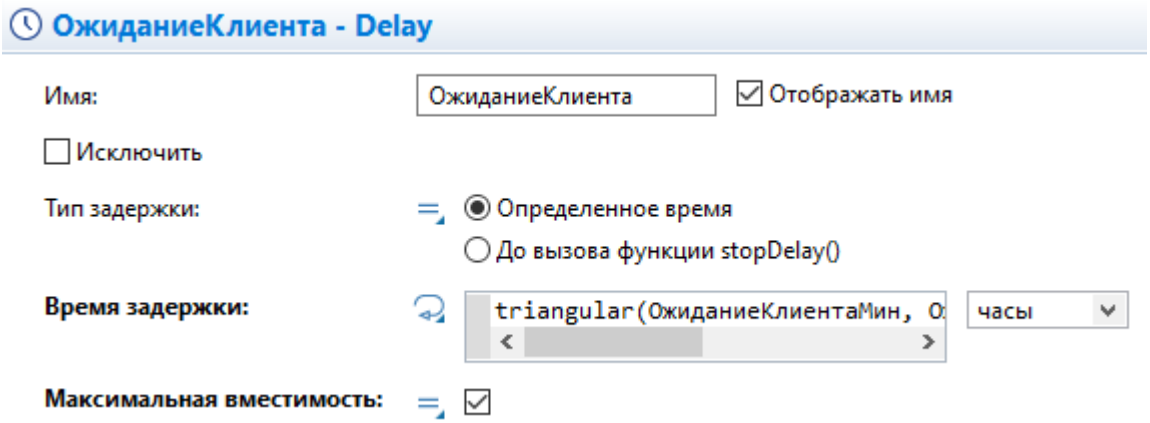

Рисунок 26 – Настройки блока «ОжиданиеКлиента»

После блока по ожиданию клиента снова устанавливаем условный блок в качестве проверки корректности данных полученных от клиента вторичным запросом. В качестве вероятности условия устанавливаем ранее созданный параметр, который отвечает за дачу верных данных после повторного обращения. Если условие не проходит путь бизнес-процесса заканчивается отменой заявки в виде блока «Sink». В успешном случае получения верных данных направление процесса объединяется с предыдущим и приходит в блок расчёта стоимости. Получившаяся часть модели бизнес-процесса на рисунке 27.

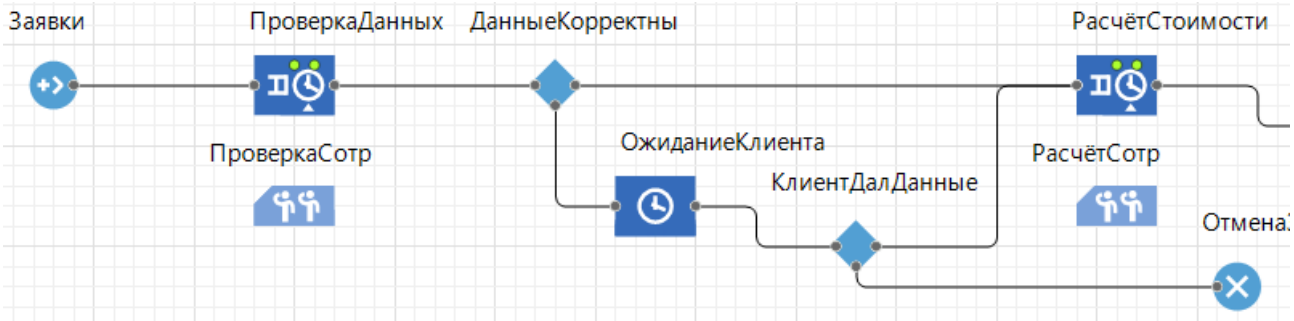

Рисунок 27 – Промежуточная часть построения модели

В блоке «РасчётСтоимости» в качестве значения функции прописываем triangular с перечисленными значениями созданных параметров по расчёту стоимости изделия. В качестве набора ресурсов создаём блок «Resource Pool». Настройки блока «РасчётСтоимости» представлены на рисунке 28.

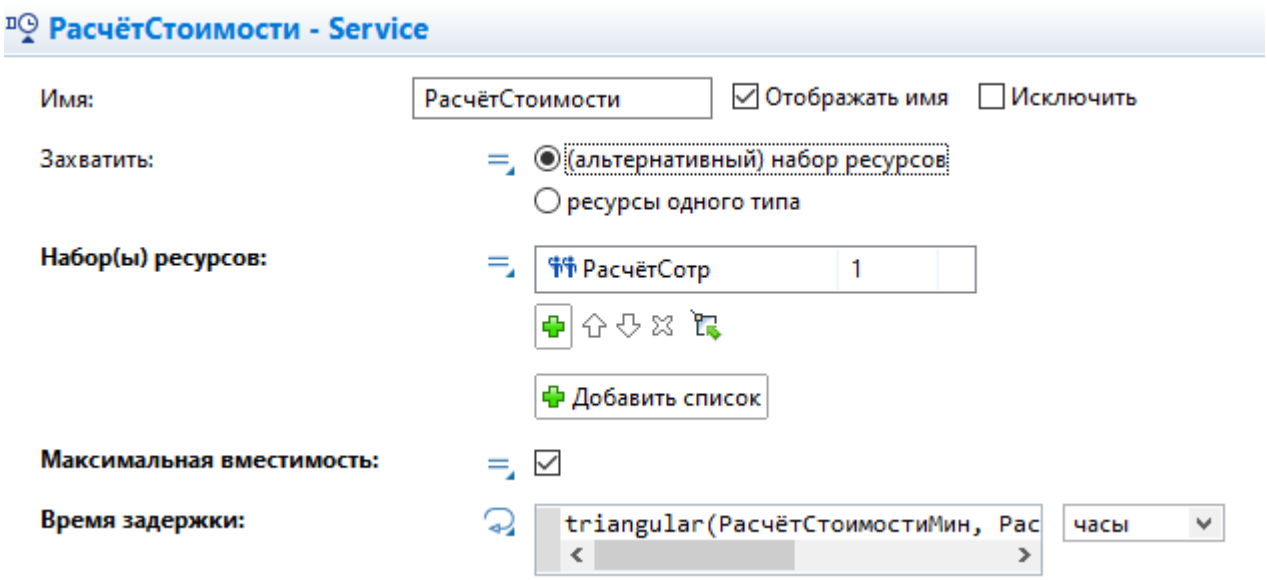

Рисунок 28 – Настройки блока расчёта стоимости изделия

После расчёта стоимости изделия происходит процесс уведомления клиента и ожидания его ответа. За ожидание клиента отвечает блок «Delay», который в качестве времени задержки хранит функцию с тремя параметрами ожидания клиента по стоимости. После блока задержки устанавливаем условный блок, отвечающий за согласие клиента с посчитанной стоимостью. Вероятностью условного блока служит параметр «КлиентСоглсенВероятность». В случае успеха цепочка бизнес-процесса «Обработка заявки клиентом», оканчивается сервисным блоком «Создание заказа в 1С». В качестве набора ресурсов создаём блок «Resource Pool», а в функции задержки прописываем параметры создания заказа в 1С.

На рисунке 29 представлена модель первого бизнес-процесса с используемыми параметрами, отвечающая за обработку заявки от заказчика.

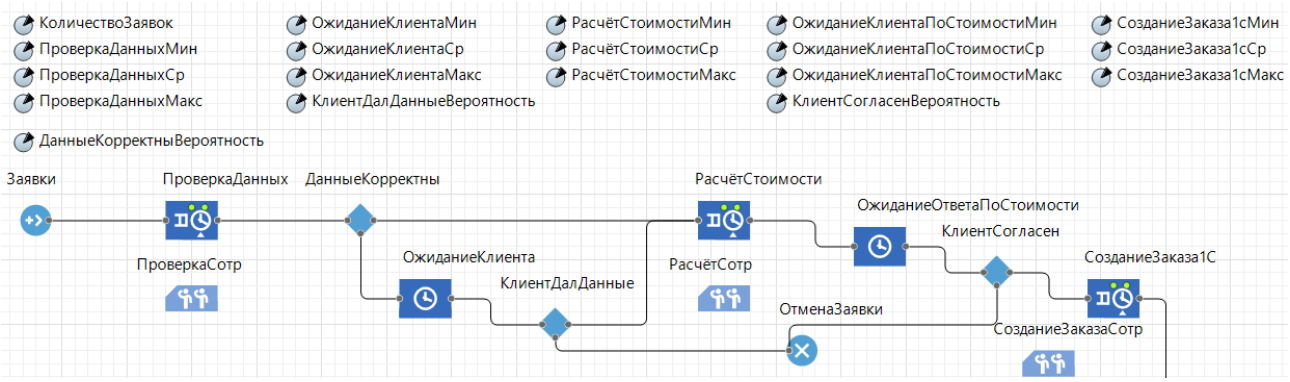

Рисунок 29 – Бизнес-процесс «Обработка заявки заказчика»

После обработки заявки заказчика при необходимости создания новой модели изделия запускается бизнес-процесс создания эскиза уникального изделия. Для его моделирования понадобится 5 групп по 3 параметра и 2 параметра с вероятностью. Перетягиваем параметры на область моделирования и заполняем значениями, полученными от предприятия и взятыми из таблицы 8. Созданные параметры второго бизне-процесса представлены на рисунке 30.

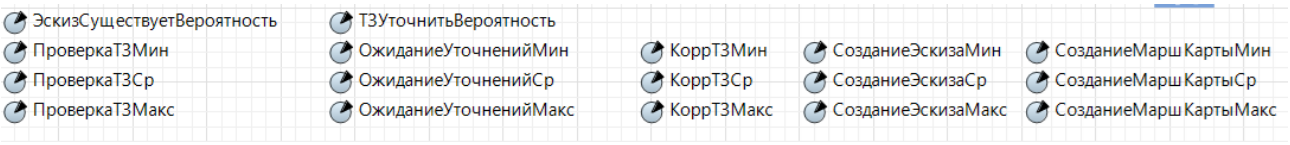

Рисунок 30 – Параметры бизнес-процесса «Создание уникального изделия»

Началом бизнес-процесса является условный блок со значением вероятности «ЭскизИзделияСуществует». В случае выбора изделия из каталога бизнес-процесс по созданию нового изделия пропускается, в противном случае происходит процесс проверки технического задания, за который отвечает блок «Service». Вместе с ним создаём блок сотрудников «ResourcePool» и устанавливаем его в качестве набора ресурсов. Временем задержки данного процесса будет функция состоящая из трёх временных параметров: проверкаТЗМин, проверкаТЗСр, проверкаТЗМакс. Настройки процесса «Проверка ТЗ» представлены на рисунке 31.

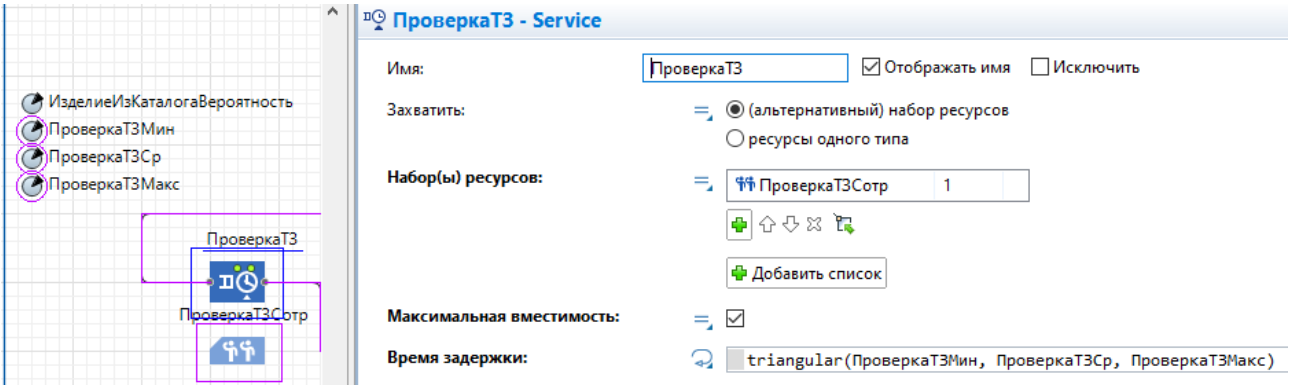

Рисунок 31 – Параметры бизнес-процесса «Проверка ТЗ»

Далее устанавливаем условный блок с вероятностью того, что полученное техническое задание требует уточнения у клиента. В случае выполнения данного

условия процесс переходит в блок «Delay» с функцией из временных параметров, который отвечает за задержку по ожидания уточнений от клиента. После получения уточнённых данных процесс происходит процесс корректировки технического задания, за что отвечает блок «Service» с набором ресурсов в виде созданного блока «ResourcePool» и временем задержки, в качестве функции из трёх временных параметров по корректировке технического задания. Настройки блока «КорректировкаТЗ» представлена на рисунке 32.

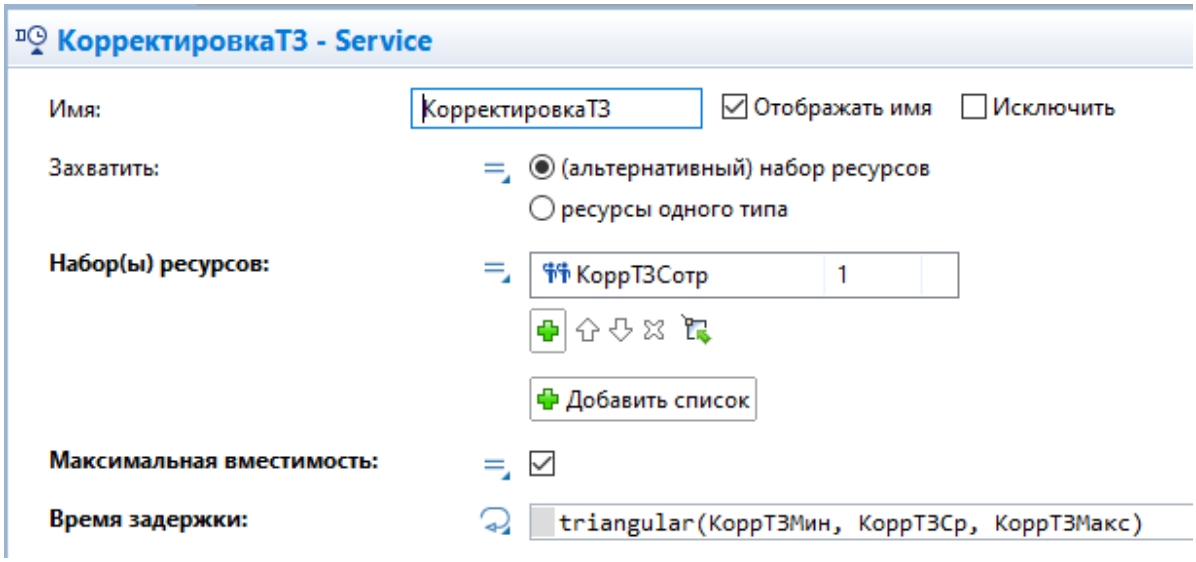

Рисунок 32 – Параметры бизнес-процесса «Корректировка ТЗ»

После корректировки техничего задания заказ переходит в процесс создания эскиза, на основе которого создаётся маршрутная карта. Эти два процессы построены с использованием блока «Service» и соответствующих параметров, аналогично процессу предыдущему процессу.

На рисунке 33 представлена полноценная модель бизнес-процесса по созданию уникального изделия.

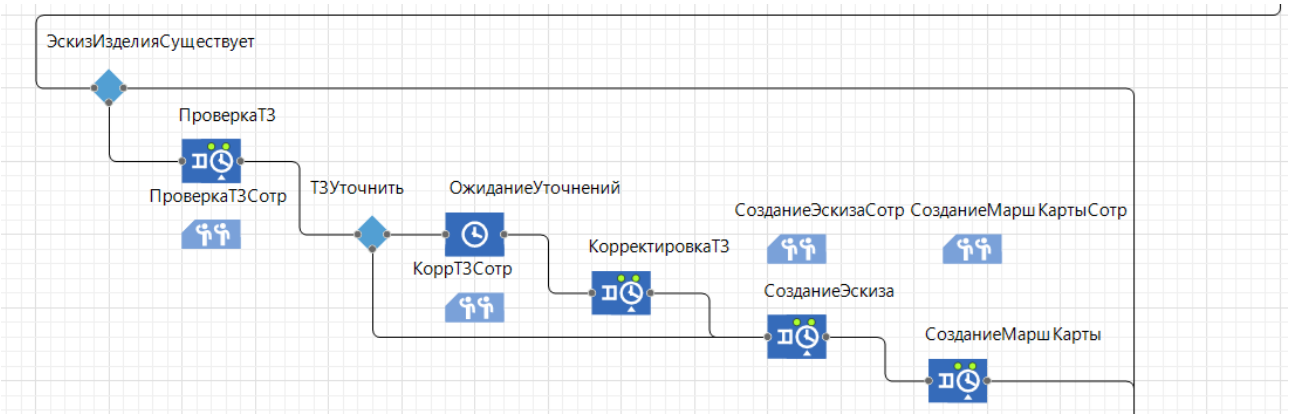

Рисунок 33 – Бизнес-процесс «Создание эскиза уникального изделия»

Перед бизнес-процессом производства изделия стоит процесс проверки наличия необходимых материалов на складе. Область проверки представляет собой условный блок с установленной заданной вероятностью «МатериалИмеется». В зависимости от условий процесс переходит в блок ожидания доставки материалов с функцией из трёх временных параметров, либо к началу бизнес-процесса производства. Изображение процесса проверки материалов представлено на рисунке 30.

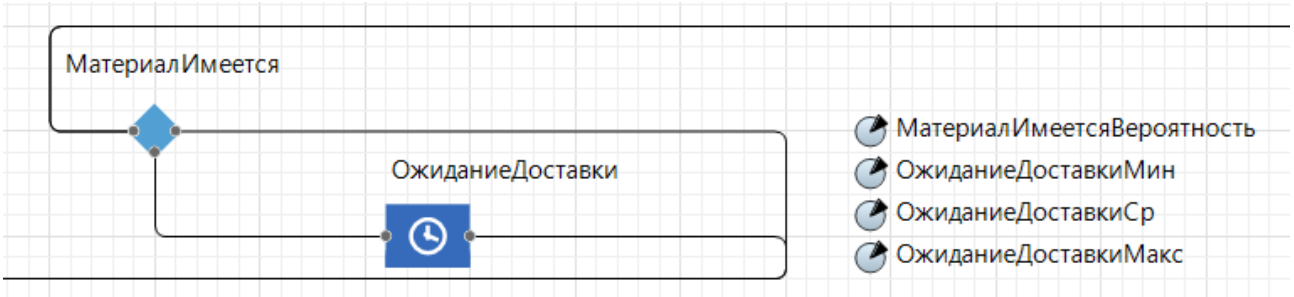

Рисунок 34 – Процесс проверки материалов

Заключительной частью имитационной модели является бизнес-процесс производства и доставки готового изделия. Производственный процесс начинается с блока «Service», который отвечает за процесс создания раскроя. Ресурсом для этого процесса служит робот, поэтому создаём дополнительно блок «ResourcePool». В качестве функции задержки устанавливаем три временных параметра «СозданиеРаскроя» с минимальным, средним и максимальным временем, взятыми из таблицы 10. Свойства данного процесса представлены на рисунке 35.

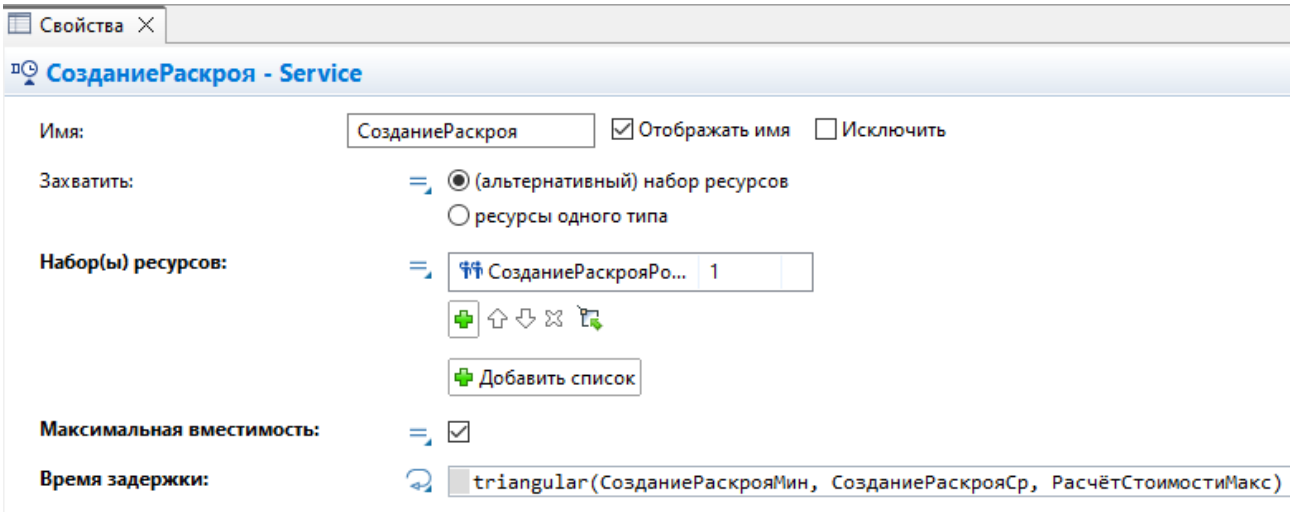

Рисунок 35 – Свойства процесса создание раскроя

Следующим блоком после создания раскроя устанавливаем аналогичный «Service» блок, который представляет собой цепочку производства изделия. В качестве значения функции «Время задержки» прописываем triangular с перечисленными значениями ранее созданных параметров по времени производства. В качестве набора ресурсов создаём блок «Resource Pool».

Далее идёт похожий процесс проверки качества созданного изделия в виде сервисного блока с функцией из трёх ранее созданных параметров по времени проверки качества изделия и набором ресурсов. После проверки запускается процесс доставки изделия, который предшествует завершению выполнения заказа. На рисунке 36 представлен бизнес-процесс производства изделия.

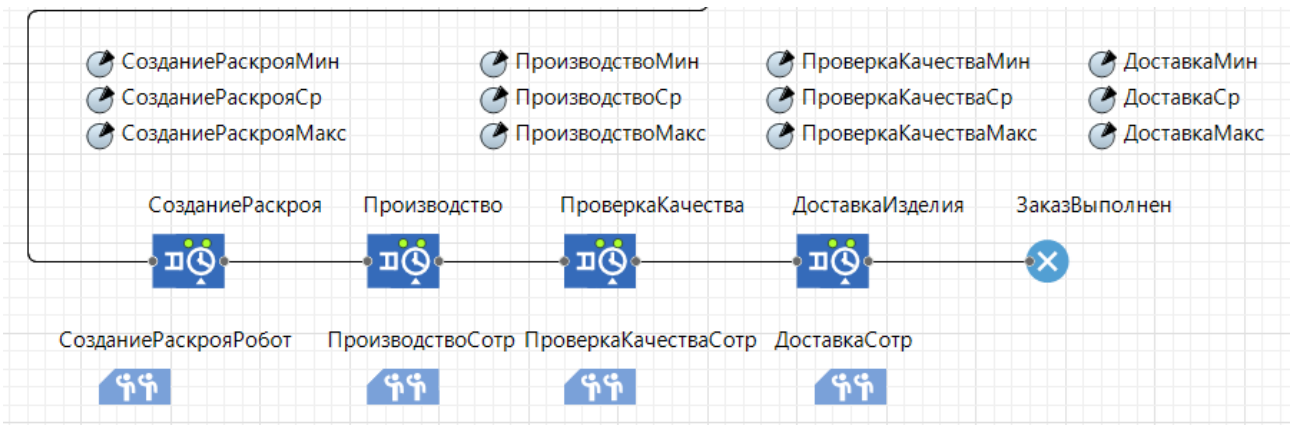

Рисунок 36 – Бизнес-процесс производства изделия

На этом построение цифровой модели предприятия на основе бизнес – процессов завершено. Полное изображение модели от получения заявки до доставки изделия заказчику представлено на рисунке 37.

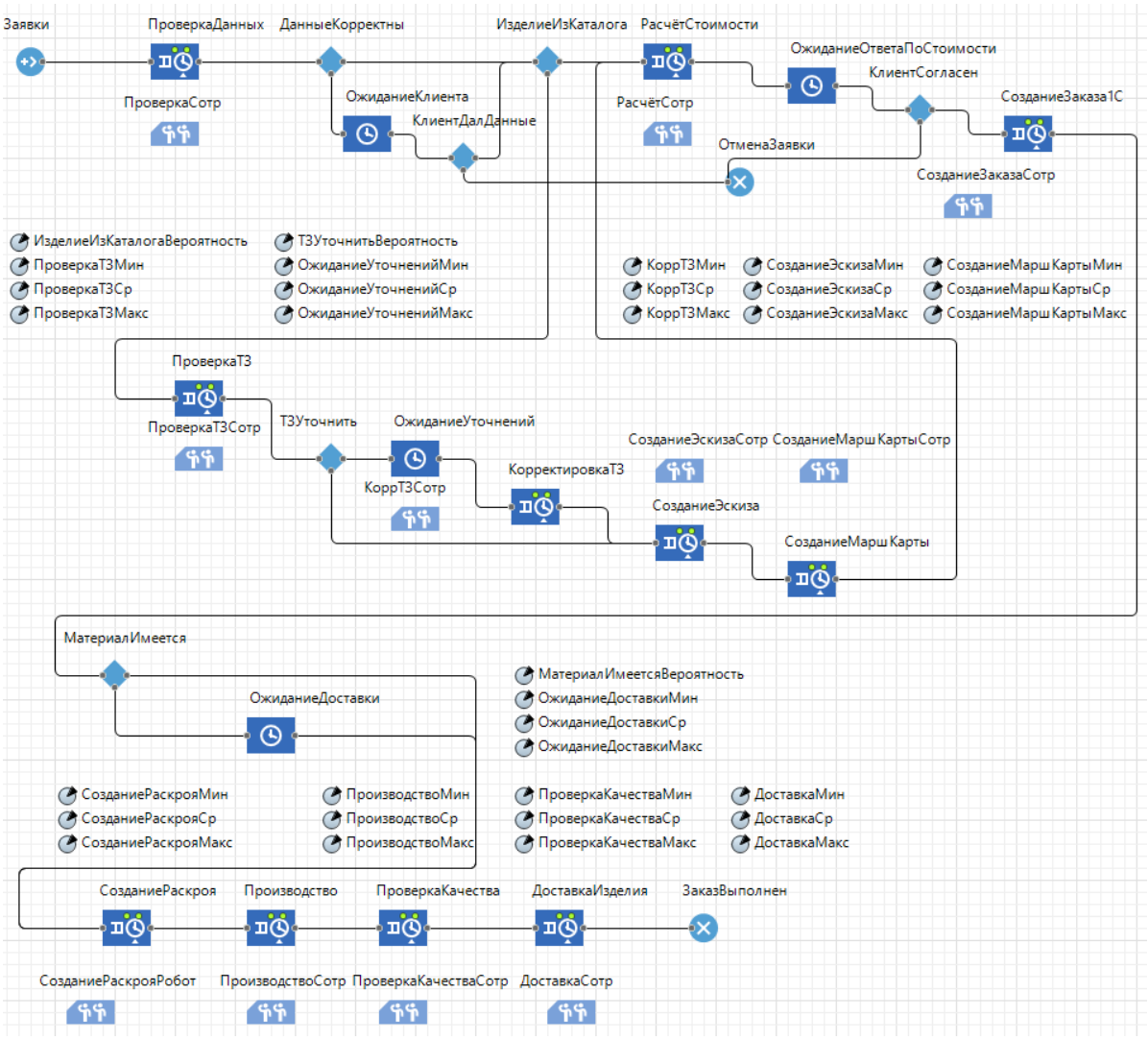

Рисунок 37 – Цифровая модель бизнес-процессов предприятия

3.3. Результаты имитации цифровой модели в Anylogic

При запуске имитации модель открывается в отдельном окне. Запуск имитации представлен на рисунке 38.

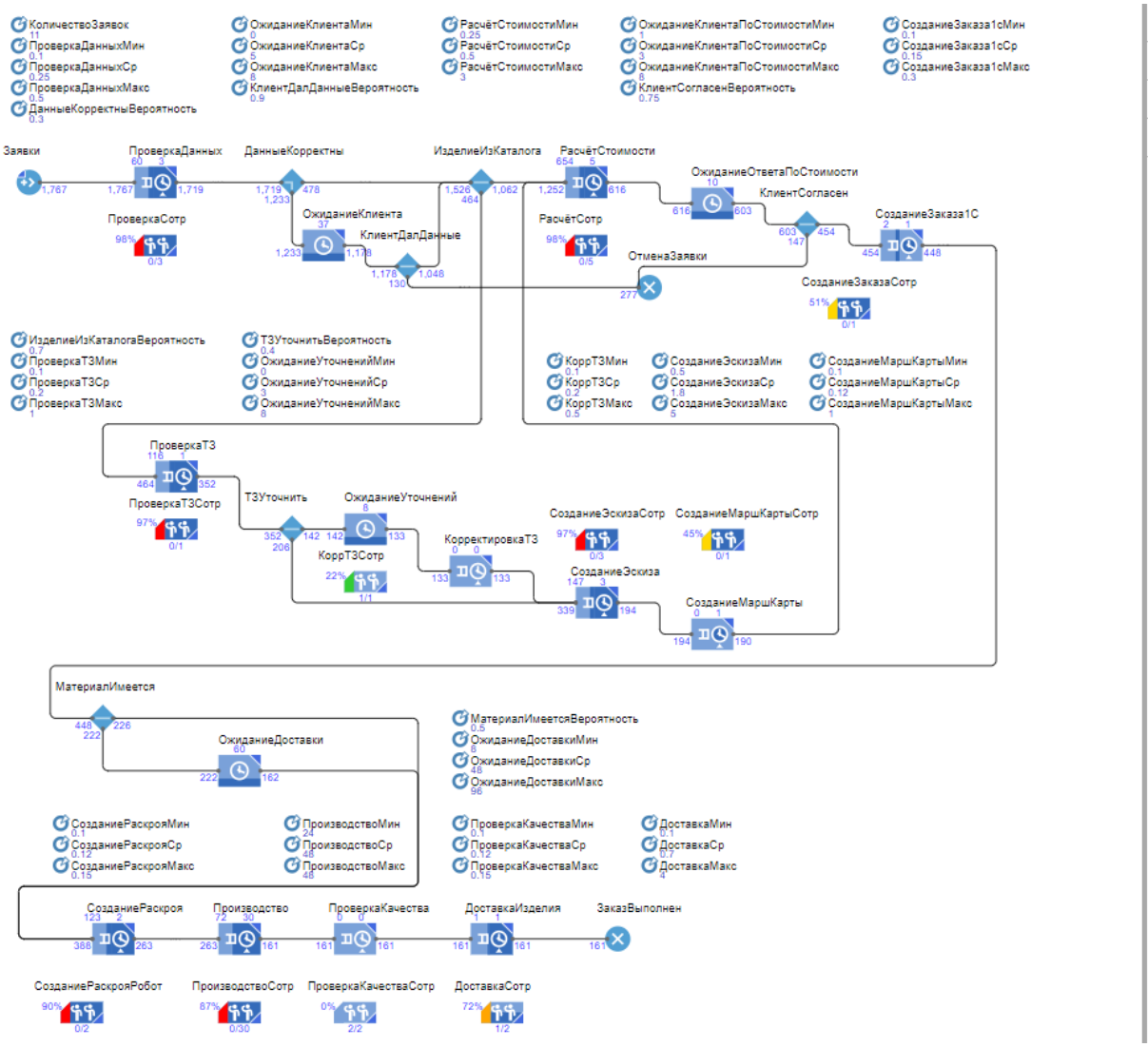

Рисунок 38 – Результат имитации через 162 часа модельного времени

Запустим процесс имитации можно увидеть генерацию заявок в источнике и их движение через процессы. Остановив имитацию через 162 часов модельного времени можно заметить, что из 1767 заявок получилось выполнить 161 заказ. Заявок, попавших в отмену по разным причинам, вышло 277. У блоков «Resource Pool» цветовым индикатором указана загруженность работников. У каждого блока «Service» имеется несколько параметров. Число перед процессом отвечает является количеством заказов в очереди, число после процесса отвечает за количество заказов, которые прошли через процесс. Число сверху обозначает количество заказов, находящихся в процессе в данный момент времени. По модели можно наблюдать, что большая часть заявок скопилась перед процессом расчёта стоимости изделия. Следовательно, в первую очередь аналитику

https://право.информ2000.рф/uchebniki.htm
Бесплатная электронная библиотека по праву и экономике

цифровой модели стоит обратить внимание на этот процесс и бизнес-процессы происходящие до него.

3.4. Выводы по третьей главе

В главе описано создание цифровой модели бизнес-процессов организации “Альтерна”, основанной на реальных данных, полученных от предприятия. Модель разработана в имитационной среде AnyLogic. Она позволяет проводить анализ и оптимизацию бизнес-процессов, идентифицировать проблемные места и разработать решения для их устранения.

Модель, разработанная для «Альтерна», может быть масштабирована и усовершенствована для применения на других промышленных предприятиях. Её можно адаптировать к специфике отрасли, размеру предприятия и другим факторам.

Вернуться в каталог дипломов по менеджменту
https://право.информ2000.рф/management3/management3.htm
Полные тексты

https://право.информ2000.рф/uchebniki.htm
Бесплатная электронная библиотека по праву и экономике

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В процессе выполнения выпускной квалификационной работы ее цель была достигнута – построена цифровая модель организации деревообрабатывающей отрасли на основе бизнес-процессов с использованием реальных данных, полученных от предприятия. Для достижения поставленной цели были выполнены следующие задачи:

- изучены теоретические основы цифровой трансформации предприятия;
- проведен анализ преимуществ и перспективы создания цифровой модели;
- изучены существующие инструменты создания цифровой модели и выбран оптимальный;
- разработана цифровая модель деревообрабатывающего предприятия в имитационной среде моделирования AnyLogic на основе бизнес-процессов и данных предприятия.

Первая глава диссертации посвящена обзору концепций и этапов создания цифровой модели предприятия. Анализируются различные определения цифровой модели и ее роль в цифровой трансформации. Концепция цифровой модели зависит от отрасли, размера предприятия и его стратегических целей. Цифровая трансформация предприятия включает в себя этапы от анализа инфраструктуры до внедрения новых решений. Ключевые направления цифровизации: оптимизация бизнес-процессов, повышение эффективности, развитие клиентского сервиса и повышение конкурентоспособности. Цифровая модель является ключом к успеху в современном бизнесе, поэтому необходима чёткая стратегия ее внедрения, учитывающая особенности предприятия и его цели.

Вторая глава диссертации анализирует структуру организации и ее подсистемы, определяя ключевые параметры эффективности, которые важны для управления. В главе исследуется влияние инноваций на эффективность организации, подчёркуто их положительное воздействие на все ключевые параметры. Технологическая составляющая цифровой модели включает в себя

Вернуться в каталог дипломов по менеджменту
https://право.информ2000.рф/management3/management3.htm
Полные тексты

https://право.информ2000.рф/uchebniki.htm
Бесплатная электронная библиотека по праву и экономике

датчики, системы сбора данных и инструменты моделирования и анализа. Выбор технологий зависит от специфики предприятия и его задач. Существует широкий выбор инструментов для создания цифровой модели, каждый из которых имеет свои преимущества и недостатки. Важен тщательный анализ возможностей инструментов для выбора наиболее подходящего для целей и ресурсов предприятия. Цифровые двойники являются мощным инструментом управления, позволяющим оптимизировать процессы, улучшить принятие решений и взаимодействие с заинтересованными сторонами.

В третьей главе представлена разработанная цифровая модель бизнес-процессов организации “Альтерна”, созданная в среде AnyLogic на основе реальных данных.

Модель позволяет:

- анализировать и оптимизировать бизнес-процессы;
- выявлять проблемные места;
- разрабатывать решения для повышения эффективности.

Модель можно масштабировать и адаптировать для других промышленных предприятий, учитывая специфику отрасли и размер предприятия.

Вернуться в каталог дипломов по менеджменту
https://право.информ2000.рф/management3/management3.htm
Полные тексты

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Баранов Д. Н. Сущность и содержание категории «Цифровая экономика». [Электронный ресурс]: https://cyberleninka.ru/article/n/suschnost-i-soderzhanie-kategorii-tsifrovaya-ekonomika (дата обращения 05.04.2024).

2. Фролов Ю. В., Яковлев В. Б., Серышев Р. В. Серышев С. А. Бизнес-модели, аналитика данных и цифровая трансформация организации: подходы и методы. [Электронный ресурс]: https://www.elibrary.ru/item.asp?edn=emdymi (дата обращения 15.03.2024).

3. Вайл П., Ворнер С. Цифровая трансформация бизнеса: изменение бизнес-модели для организации нового поколения. [Электронный ресурс]: https://search.rsl.ru/ru/record/01009914849 (дата обращения 10.03.2024).

4. Parida V., Sjödin D., Reim W. Reviewing literature on digitalization, business model innovation, and sustainable industry: Past achievements and future promises. [Электронныйресурс]: https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.085059981198&origin=inward&txGid=8a758d3d186ce30c5a4a21202c0760d4 (дата обращения 11.02.2024).

5. Shafto M. et al. (2010) DRAFT modeling, simulation, information technology & processing roadmap. [Электронный ресурс]: https://www.nasa.gov/pdf/501321main_TA11-MSITP-DRAFT-Nov2010-A1.pdf (дата обращения 16.04.2024).

6. Kitain, L. The New Age of Manufacturing: Digital Twin Technology & IoT. [Электронный ресурс]: https://medium.com/@lior.kitain/the-new-age-of-manufacturing-digital-twintechnology-iiot-494acee5572a (дата обращения: 10.05.2024).

7. Майкл Гривз Цифровые двойники: превосходство в производстве на основе виртуального прототипа завода. [Электронный ресурс]: https://www.researchgate.net/publication/306223791_Digital_Twin_Mitigating_Unpredictable_Undesirable_Emergent_Behavior_in_Complex_Systems (дата обращения 10.03.2024).

8. Grieves, M. Origins of the Digital Twin Concept. [Электронный ресурс]: https://www.researchgate.net/publication/307509727_Origins_of_the_Digital_Twin_Concept. (дата обращения 15.05.2024).

9. Основные этапы цифровой трансформации современной национальной экономики: статья / Шафиева Э. Т., Хачидогов Р. А. [Электронный ресурс]: https://cyberleninka.ru/article/n/osnovnye-etapy-tsifrovoy-transformatsii-sovremennoy-natsionalnoy-ekonomiki/viewer (дата обращения 23.03.2024).

10. Lee J., Bagheri B., Kao H. A. A cyber-physi-cal systems architecture for industry 4.0-based manu-facturing systems //Manufacturing letters. – 2015. – Т. 3. – С. 18-23.

11. Rosen, R. From simulation to experimentable digital twins: Simulationbased development and operation of complex technical systems / M. Schluse, J. Rossmann // International Symposium on Systems Engineering. – 2016. – С. 18-27.

12. Talkhestani, B.A. Digital Twin : Consistency check to synchronize the Digital Twin of manufacturing automation based on anchor points. [Электронный ресурс]: ias.uni-stuttgart.de/dokumente/publikationen/2018_Consistency_check_to_synchronize_the_Digital_Twin_of_Manufacturing_automation_based_on_anchor_points.pdf (дата обращения 23.03.2024).

13. Digital Twin Manufacturing Framework 2019. [Электронный ресурс]: https://ap238.org (дата обращения: 22.04.2024)

14. Продукты компании General Electric. [Электронный ресурс]: https://www.ge.com/digital/applications/digital-twin (дата обращения: 01.04.2024).

15. Mahadevan, S. Digital Twin: Generalization, characterization and implementation/ S. Mahadevan, E.D. Horn // Decision Support Systems. – 2021.

16. М. А. Скляр, К. В. Кудрявцева Цифровизация: основные направления, преимущества и риски. [Электронный ресурс]: https://cyberleninka.ru/article/n/tsifrovizatsiya-osnovnye-napravleniya-preimuschestva-i-riski/viewer (дата обращения: 12.03.2024).

17. Продукты компании General Electric. [Электронный ресурс]: https://www.ge.com/digital/applications/digital-twin (дата обращения: 01.04.2024).

18. Программа создания для создания модели уникального изделия Базис-мебельщик. [Электронный ресурс]: https://www.bazissoft.ru/products/bazis_mebelschik (дата обращения: 04.04.2024).

19. Программа обработки заявок Elma. [Электронный ресурс]: https://www.elma-bpm.ru/ (дата обращения: 04.04.2024).

20. Программа формирования заказов 1С. [Электронный ресурс]: https://1c.ru/ (дата обращения: 04.04.2024).

21. Blanchard, B.S. Systems engineering and analysis. – Текст // Internet Archive. – 2006.

22. Forging The Digital Twin In Discrete Manufacturing [Электронный ресурс]: https://bytes.usc.edu/inf250/Appl3/docs/ForgingTheDigitalTwin.pdf (дата обращения: 04.03.2024).

23. Коровин В. Г. Возможности применения цифровых двойников в промышленности [Электронный ресурс]: https://cyberleninka.ru/article/n/vozmozhnosti-primeneniya-tsifrovyh-dvoynikov-v-promyshlennosti (дата обращения: 04.05.2024).

24. Программа моделирования цифровых моделей AnyLogic [Электронный ресурс]: https://www.anylogic.ru/ (дата обращения: 12.05.2024).

25. Программа моделирования цифровых моделей AzureDigitalTwins [Электронный ресурс]: https://azure.microsoft.com/ru-ru/products/digital-twins (дата обращения: 12.05.2024).

26. Программа моделирования цифровых моделей Twinzo [Электронный ресурс]: https://www.twinzo.eu/ (дата обращения: 12.05.2024).

27. Андреева, Г. Н. Развитие цифровой экономики в России как ключевой фактор экономического роста и повышения качества жизни населения / Г. Н. Андреева [и др.]. – Н. Новгород: Профессиональная наука. – 2018. – 131 с.

28. Kitain, L. The New Age of Manufacturing: Digital Twin Technology & IoT / L. Kitain. [Электронный ресурс]: https://medium.com/@lior.kitain/the-new-

age-of-manufacturing-digital-twintechnology-iiot-494acee5572a (дата обращения: 10.01.2024).

29. Пять примеров цифровой трансформации бизнеса. [Электронный ресурс]: https://www.orange-business.com/ru/blogs/pyat-primerov-tsifrovoi-transformatsiibiznesa (дата обращения: 20.05.2024).

30. Дубинина В. В. Управление бизнес-процессамипредприятия//Вестник Самарского государственного университета. 2015. №5(127). С.39–47

31. Цифровая трансформация предприятий: как инновационные технологии

изменили эту сферу. [Электронный ресурс]: https://delovoymir.biz/kakie-novye-tehnologiiizmenili-prom-v-21-veke.html (дата обращения: 20.05.2024) .

32. Типичные риски цифровой трансформации предприятия. [Электронный ресурс]: https://rb.ru/opinion/riski-cifrovoj-transformacii/?ysclid=l4dvo79bq9635649624 (дата обращения: 20.05.2024).

33. Варзунов А. В., Торосян Е. К., Сажнева Л. П. Анализ иуправлениебизнес-процессами: учебное пособие / А. В. Варзунов, Е. К. Торосян, Л.П.Сажнева, СПб.: Университет ИТМО, 2016. 112 с.

34. Бакутина, Н. С. Гражданское общество и новые информационно-коммуникационные технологии / Н. С. Бакутина // Вестник Нижегородского университета им. Н. И. Лобачевского. – 2015. – № 2. – С. 79–84.

35. Бабкин, А. В. Формирование цифровой экономики в России: сущность, особенности, техническая нормализация, проблемы развития / А. В. Бабкин, Д. Д. Буркальцева, Д. Г. Костень, Ю. Н. Воробьев // Научно-технические ведомости СПбГПУ. Экономические науки. – 2017. –Т. 10, № 3. – С. 9–25.

36. Анохина, Л. В. Перспективные направления формирования регуляторной среды цифровой экономики России / Л. В. Анохина // Экономика и бизнес: теория и практика. – 2019. – № 2. – С. 5–7.

37. Ефимушкин, В. А. Инфокоммуникационное технологическое пространство цифровой экономики / В. А. Ефимушкин, Т. В. Ледовских, Е. Н.

Щербакова // T-Comm: Телекоммуникации и транспорт. – 2017. – Т. 11. – № 5. – С. 15–20.

38. Жанасов, Т. Б. Пути развития экономики Российской Федерации в условиях цифровизации / Т. Б. Жанасов // Рыночная трансформация экономики России: проблемы, перспективы, пути развития : сборник статей международной научно-практической конференции. – Уфа : Омега Сайнс, 2017. – С. 79–81.

39. Введение в «Цифровую» экономи" ку/ А.В. Кешелава В.Г. Буданов, В.Ю. Ру" мянцев и др.; под общ. ред. А.В. Кешела" ва; гл. «цифр.» конс. И.А. Зимненко. – ВНИИГеосистем, 2017. – 28 с

40. Грищенко Л. Л., Корабельникова Ю. Л. Применение технологий «цифрового двойника» города для обеспечения безопасности его жителей// Baikal Research Journal. – 2022.

41. Дозорцев В. М. Цифровые двойники в промышленности: генезис, состав, терминология, технологии, платформы, перспективы. Часть 1. Возникновение и становление цифровых двойников. Как существующие определения отражают содержание и функции цифровых двойников? // Автоматизация в промышленности. – 2020. – № 9. – С. 3–11.

42. Коровин Г. Б. Возможности применения цифровых двойников в промышленности// Вестник Забайкальского государственного университета. – 2021. – Т. 27. – № 8. – С. 124–133

43. Применение цифрового двойника в нефтегазовой отрасли/ В.Н. Быкова [и др.]// Актуальные проблемы нефти и газа. – 2020. – № 1 (28). – С. 8

44. Хитрых Д. Цифровые двойники в промышленности: истоки, концепции, современный уровень развития и примеры внедрения // САПР и графика. – 2022. – № 7. – С. 4–11.

45. Царев М. В., Андреев Ю. С. Цифровые двойники в промышленности: история развития, классификация, технологии, сценарии использования// Известия высших учебных заведений. Приборостроение. – 2021. № 7. – С. 517–531.

46. Цифровой двойник сердца М. Н. Крамм // Измерение. Мониторинг. Управление. Контроль. – 2021. – № 1 (35). – С. 73–84.

47. Шведенко В. Н., Мозохин А. Е. Применение концепции цифровых двойников на этапах жизненного цикла производственных систем // Научно-технический вестник информационных технологий, механики и оптики. – 2020. – Т. 20. – № 6. – С. 815–827.

48. Эра трансформеров: «цифровые близнецы» уже рядом [Электронный ресурс]: https://scien-cepop.ru/era-transformerov-tsifrovyebliznetsy-uzhe-ryadom/ (дата обращения 20.04.2024).

49. Новая парадигма цифрового проектирования и моделирования глобально конкурентоспособной продукции нового поколения [Электронный ресурс]: http://fea.ru/news/6721 (дата обращения 19.04.2024).

50. Что такое цифровой двойник и для чего он нужен? [Электронный ресурс]: http://blogs.3ds.com/russia/digital-twin (дата обращения 15.04.2024).

51. Новые парадигмы проектирования. Фабрики будущего, цифровые двойники [Электронный ресурс]: https://www.clipsoon.com/cbUkFx1WXfs (дата обращения 12.04.2024).

52. Rosen R., von Wichert G., Lo G., Bettenhausen K. D. (2015). About The Importance of Autonomy and Digital Twins for the Future of Manufacturing. IFAC-PapersOnLine [Электронный ресурс]: https://doi.org/10.1016/j. ifacol.2015.06.141 (дата обращения 13.04.2024)

53. Shafto M. et al. DRAFT modeling, simulation, information technology & processing roadmap [Электронный ресурс]: https://www.nasa.gov/pdf/501321main_TA11. (дата обращения 15.05.2024)

54. Singh M. et al. Digital Twin: Origin to Future. Applied System Innovation [Электронный ресурс]: https://doi.org/10.3390/asi4020036 (дата обращения 05.05.2024)

55. Stark R., Damerau T. Digital Twin. CIRP Encyclopedia of Production Engineering. [Электронный ресурс]: https://doi.org/10.1007/978-3-642-35950-7_16870. (дата обращения 28.04.2024)

56. Yi D. Brief Analysis About Digital Twin Supply Chain Model and Application. Industrial Engineering and Innovation Management. 2023. №5. С. 45

57. Указ Президента Российской Федерации от 09.05.2017 г. № 203 о Стратегии развития информационного общества в Российской Федерации на 2017 – 2030 годы [Электронный ресурс]: http://www.kremlin.ru/acts/bank/41919 (дата обращения 28.04.2024)

58. Мрочковский Н.С., Ляндау Ю.В., Пушкин И.С., Федосимова М.А. Цифровая трансформация бизнес-моделей // Инновации и инвестиции. 2019. №5. С. 69

59. Что такое «Цифровое предприятие» и как им стать? [Электронный ресурс]: https://www.ec-rs.ru/blog/novosti/chto-takoe-tsifrovoe-predpriyatie-i-kak-imstat/?ysclid=ldmz3i0yrb946922630 (дата обращения 15.04.2024)

60. Ананьин В.И. Почему цифровая организация неустойчива? Признаки цифровой организации. [Электронный ресурс]: https://upr.ru/article/priznaki-cifrovoi-organizacii/ (дата обращения: 10.05.2024)