

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  
Базовая кафедра «Аналитика больших данных и методы видеоанализа»

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ ПЕРЕД ГЭК

/ Зав. кафедрой «АБД и МВ»

(подпись)

(Ф.И.О.)

« 25 » мая 2022 г.

**ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА  
(МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ)**

«Технологии визуализации как процесс создания цифрового двойника  
организации в области управления рисками»

Научный руководитель: Филиппова Т. Ф.  
профессор, д.ф.-м.н., профессор

Нормоконтролер: Медведева М. А.  
доцент, к.ф.-м.н., доцент

Студент группы РИМ-201230 Зиньковская Т. А.

Екатеринбург  
2022

## РЕФЕРАТ

Тема магистерской диссертации:

Технологии визуализации как процесс создания цифрового двойника организации в области управления рисками

Магистерская диссертация выполнена на 109 страницах, содержит 17 таблиц, 49 рисунков, 61 использованных источников.

Цифровые технологии играют ключевую роль в повышении конкурентоспособности экономики. Внедрение новых цифровых технологий таких как цифровые двойники повышает производительность труда, уменьшает издержки бизнеса, повышает доступность информации, увеличивает эффективность принятия решений.

Объектом исследования выпускной квалификационной работы является разработка цифровых двойников организации для поддержки принятия управленческих решений, а предметом – разработка цифрового двойника процесса управления рисками на основе математического моделирования.

Цель - повысить эффективность принятия стратегических решений в области управления рисками за счет разработки цифрового двойника организации на основе математической модели для компании ООО «ДИАР Групп».

В диссертации рассмотрены теоретические аспекты визуализации данных, оценка роли и значения имитационных моделей в построении и эксплуатации цифровых двойников. Проанализированы технологии создания и использования цифровых двойников и показано, что основой для их существования являются прототипы. В работе рассматривается математическая модель, поддерживающая решение задачи стратегического управления с возможностью оценки рисков компании, а также представлена разработка цифрового двойника и оценка экономической эффективности проекта.

Научная новизна работы состоит в том, что в ходе исследования создана математическая модель на основе коэффициентов вариации для предприятия ООО «ДИАР Групп».

В работе использованы результаты исследований и практической деятельности автора, основные теоретические положения и выводы современной экономической науки, а также обобщенные результаты исследований в области анализа данных и математического моделирования.

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>ВВЕДЕНИЕ.....</b>	<b>3</b>
<b>1 АСПЕКТЫ ВИЗУАЛИЗАЦИИ И ЦИФРОВЫХ ДВОЙНИКОВ. ИССЛЕДОВАНИЕ ДАННЫХ ПРЕДМЕТНОЙ ОБЛАСТИ И ИХ КРИТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ.....</b>	<b>7</b>
1.1 АНАЛИЗ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ВИЗУАЛИЗАЦИИ.....	7
1.2 ПОНЯТИЕ ЦИФРОВОГО ДВОЙНИКА ОРГАНИЗАЦИИ. ПРЕИМУЩЕСТВА И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ .....	17
1.3 ИССЛЕДОВАНИЕ ПРЕДМЕТНОЙ ОБЛАСТИ НА ПРЕДПРИЯТИИ... ..	23
1.4 РЕЗУЛЬТАТЫ И ВЫВОДЫ ПЕРВОЙ ГЛАВЫ.....	33
<b>2 РАЗРАБОТКА МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ КАК ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ОСНОВЫ ЦИФРОВОГО ДВОЙНИКА .....</b>	<b>35</b>
2.1 СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ РЫНКА ЦИФРОВЫХ ДВОЙНИКОВ ОРГАНИЗАЦИИ.....	35
2.2 ПОСТРОЕНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ИНВЕСТИЦИОННЫХ РИСКОВ.....	40
2.3 РЕЗУЛЬТАТЫ И ВЫВОДЫ ВТОРОЙ ГЛАВЫ.....	49
<b>3 ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЦИФРОВОГО ДВОЙНИКА ОРГАНИЗАЦИИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ВИЗУАЛИЗАЦИИ НА ОСНОВЕ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ В ОБЛАСТИ УПРАВЛЕНИЯ РИСКАМИ .....</b>	<b>50</b>
3.1 МОДЕЛЬ АРХИТЕКТУРЫ ПРЕДПРИЯТИЯ .....	50
3.2 МОДЕЛЬ БИЗНЕС – ПРОЦЕССА AS IS .....	67
3.3 МОДЕЛЬ БИЗНЕС – ПРОЦЕССА TO BE.....	72
3.4 РАЗРАБОТКА ЦИФРОВОГО ДВОЙНИКА МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ.....	76
3.5 ПРОЕКТ РАЗРАБОТКИ ЦИФРОВОГО ДВОЙНИКА ДЛЯ ПРЕДПРИЯТИЯ.....	84
3.6 ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ПРОЕКТА .....	93
3.7 РЕЗУЛЬТАТЫ И ВЫВОДЫ ТРЕТЬЕЙ ГЛАВЫ.....	100
<b>ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....</b>	<b>101</b>
<b>СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ .....</b>	<b>104</b>

## ВВЕДЕНИЕ

Цифровые технологии все быстрее проникают в нашу жизнь, они меняют целые отрасли, трансформируют бизнес – модели и определяют стратегии развития компании, которые стремятся занять ведущую позицию на рынке или её сохранить. Сейчас уже абсолютно понятно, что настоящее будущее за технологиями, и теми, кто их активно используют.

Развитие технологий Интернета вещей, Больших данных, облачных вычислений и искусственного интеллекта (ИИ) принесло ценные возможности многим отраслям промышленности. С каждым годом число подключаемых устройств к Интернету вещей только растёт, в результате чего генерируется большой объём различных данных.

Кроме того, всё больше внимания уделяется взаимодействию физического мира и виртуального мира производства. С помощью «цифрового двойника» можно обеспечить в режиме реального времени полную связь между физическим и цифровым мирами. «Цифровой двойник» — это виртуальный прототип физического объекта или группы объектов, который предназначен для моделирования их поведения. Виртуальные модели могут определять состояние физических объектов, а также прогнозировать, оценивать и анализировать изменения.

В настоящее время цифровые технологии играют ключевую роль в повышении конкурентоспособности экономики и в стимулировании экономического роста многих стран. Внедрение новых цифровых технологий повышает производительность труда, уменьшает издержки бизнеса, повышает доступность информации и снижает барьеры входа на новые рынки - и оказывает мультипликативный эффект на развитие экономики в целом.

Исходя из актуальности использования цифровых двойников в современном мире, целью выпускной квалификационной работы было выбрано повысить эффективность принятия стратегических решений в области управления рисками за счет разработки цифрового двойника организации на

основе математической модели инвестиционных рисков для компании ООО «ДИАР Групп».

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

- изучить теоретические основы методов визуализации данных (назначение, классификации, возможности);
- проанализировать понятие цифрового двойника, преимущества, перспективы развития;
- исследовать предметную область на предприятии;
- рассмотреть существующие цифровые модели;
- провести анализ требований, предъявляемых к конечному продукту;
- разработать математическую модель инвестиционных рисков;
- построить полную модель архитектуры предприятия;
- построить модель AS-IS и модель TO-BE для предприятия;
- разработать цифровой двойник в области управления рисками и рассчитать его экономическую эффективность.

Объектом исследования выпускной квалификационной работы является разработка цифровых двойников организации для поддержки принятия управленческих решений, а предметом – разработка цифрового двойника процесса управления рисками на основе математического моделирования.

В диссертации использованы общенаучные методы исследования, такие как анализ, синтез, дедукция и индукция, а также методы прогностического, логико-аналитического и математического моделирования, математической статистики, прикладной статистики.

В работе использованы результаты исследований и практической деятельности автора, основные теоретические положения и выводы современной экономической науки, а также обобщенные результаты исследований в области анализа данных и математического моделирования.

В процессе выполнения работы были использованы методологии OnTarget, Aris, BPMN, а также инструментарий Aris Express и Microsoft Project, Microsoft Office, BizAgi.

Научная новизна работы состоит в том, что в ходе исследования создана математическая модель на основе коэффициентов вариации для предприятия ООО «ДИАР Групп». Методика предназначена для принятия стратегических решений в области управления рисками.

Практическая значимость исходит из экономической эффективности, полезности цифрового двойника организации с использованием визуализации для конечного пользователя и перспективности используемых технологий.

Выпускная квалификационная работа включает в себя введение, список использованных источников, заключение и следующие главы:

- аспекты визуализации и цифровых двойников. Исследование данных предметной области и их критический анализ;
- разработка математической модели как технологической основы цифрового двойника;
- проектирование цифрового двойника организации с использованием визуализации на основе математической модели в области управления рисками.

В первой главе раскрыто понятие визуализации данных, рассмотрены преимущества и недостатки использования визуализации данных на предприятии, классификация, перспективы развития, а также требования к конечному продукту. Проведено исследование влияния визуализации на деятельность компании и сотрудника в отдельности. Рассмотрено понятие цифрового двойника организации, его преимущества и перспективы развития. Проанализирована предметная область на предприятии, выявлены финансовые проблемы и некорректности учета и просчета рисков, которые в дальнейшем влияют на принятие стратегических решений.

Во второй главе представлена научная новизна диссертации, выполнено сравнение рынка цифровых двойник, в ходе которого принято решение о

собственной разработке на основе математической модели. Используя математическое ожидание, NPV и коэффициенты вариации представлена модель, позволяющая оценить степень риска и выбрать правильную стратегию для ведения бизнеса.

В третьей главе поэтапно разработана и описана полная модель деятельности компании «ДИАР Групп», создана модель AS-IS, в которой выделена проблема, заключающаяся в отсутствие цифрового двойника организации для принятия решений в области рисков, далее создана модель TO-BE. Разработан цифровой двойник на основе визуализации в качестве веб-страницы, включая описание функциональных и нефункциональных требований. Представлены результаты, заключающиеся в экономической обоснованности проекта.

Результаты выпускной квалификационной работы будут применены в профессиональной деятельности предприятия ООО «ДИАР Групп».



# **1 АСПЕКТЫ ВИЗУАЛИЗАЦИИ И ЦИФРОВЫХ ДВОЙНИКОВ. ИССЛЕДОВАНИЕ ДАННЫХ ПРЕДМЕТНОЙ ОБЛАСТИ И ИХ КРИТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ**

## **1.1 АНАЛИЗ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ВИЗУАЛИЗАЦИИ**

Визуализация (от лат. *visualis*, «зрительный») — общее название приёмов представления числовой информации или физического явления в виде, удобном для зрительного наблюдения и анализа.

Один из наиболее важных вопросов, с которым можно столкнуться при погружении в тематику – это определение цели использования визуализации данных. Зачастую схемы, графики, рисунки не только важны для понимания и лучшего представления о рассматриваемом предмете, но и выполняют функцию доказательства, или же раскрывают основные положения концепции. Графическая система восприятия значительно улучшает процесс исследования материала, а многие математические доказательства сложно произвести без применения визуализации [1].

Итак, первое, что стоит определить – назначение способов визуализации. Метод визуализации можно отнести к методам, рассчитанным на экспертные системы, т. к. он сочетает в себе находчивость человека, гибкость восприятия мира в целом и вычислительные ресурсы современных технологических решений. Также визуализация данных дополняет и обогащает системное, динамическое или графическое представление информации, что помогает вникнуть в суть сложных задач. Таким образом, основная идея методов визуализации заключается в предоставлении человеку большого объема данных в форме, удобной для восприятия, анализа, вычислений, оценки, поскольку индивиду проще работать с данными напрямую и рассматривать, и исследовать изучаемые объекты с разных сторон. Благодаря этому он получает дополнительную информацию, что позволяет быстрее решить исследуемую проблему.

Таким образом, можно выделить следующие аспекты применения методов и идей визуализации в решении задач:

- практическое назначение – облегчение восприятия данных для их последующего применения;
- первичные данные и данные, прошедшие обработку, могут быть использованы для визуализации;
- разработка программных алгоритмов и кодов для реализации на средствах вычислительной техники;
- в двумерном случае для визуализации достаточно построить трехмерный график, при большем количестве параметров представление данных проблематично.

Выделяют следующие виды данных, с которыми могут работать средства визуализации:

- одномерные (одномерные массивы, временные ряды);
- двумерные (точки двумерных графиков, географические координаты);
- многомерные (финансовые показатели, результаты экспериментов);
- тексты и гипертексты;
- иерархические и связанные данные и модели – структура подчиненности в организации;
- электронная переписка людей;
- алгоритмы и программы – информационные потоки.

Полезность визуального анализа наиболее велика, если цель самого исследования не определена до конца и недостаточно информации о самих данных [2].

Таким образом, можно сказать, что визуализация является неотъемлемой частью современного мира и используется почти в каждой работе, обучении и т. д. Именно она помогает взглянуть на информацию по-новому, при нужном случае воспроизвести в памяти изображение и передать его другому человеку. Яркие картинки привлекают сознание человека, побуждая его на различные

действия, бизнес-модели помогают выстроить план производства, а своеобразные графики позволяют отследить ту или иную статистику.

### 1.1.1. Классификация методов визуализации

Методы визуализации можно разделить на следующие типы:

- стандартные 2D/3D-образы — гистограммы, линейные графики и т. п.;
- геометрические преобразования — диаграмма разброса данных и т. п.;
- отображение иконок — линейчатые фигуры и звезды, основная идея — это отображение значений элементов многомерных данных в свойства образов;
- методы, ориентированные на пиксели — рекурсивные шаблоны и т. п., основной идеей является отображение каждого измерения значения;
- иерархические образы — наложение измерений и древовидные карты, предназначены для представления данных, имеющих иерархическую структуру;
- графики, гистограммы, диаграммы, и т. п. — самые простые методы визуализации, недостаток этого метода — невозможность легко воспринимаемой визуализации сложных данных [3, 4, 5].

В таблице 1 приведены результаты сравнения методов визуализации.

Таблица 1 - Сравнение методов визуализации<sup>1</sup>

Метод визуализации	Обрабатываемые данные					Обработка больших данных
	Одномерные	Многомерные	Тексты/ гипертексты	Иерархические структуры	Алгоритмы и пиктограммы	
Стандартные 2D/3D - образы	+	-	-	-	-	-
Геометрические преобразования	+	+	-	-	+	+
Отображение иконок	-	+	+	-	-	+
Методы, ориентированные на пиксели	+	+	+	+	+	+
Иерархические образы	-	+	-	+	-	-

<sup>1</sup> Составлено автором по: [3]

Итак, визуализацию можно представить по визуализируемым объектам. На рисунках 1,2 представлены основные классификации визуализации.



Рисунок 1 - Классификация по объектам визуализации<sup>2</sup>

<sup>2</sup> Составлено автором по: [5]

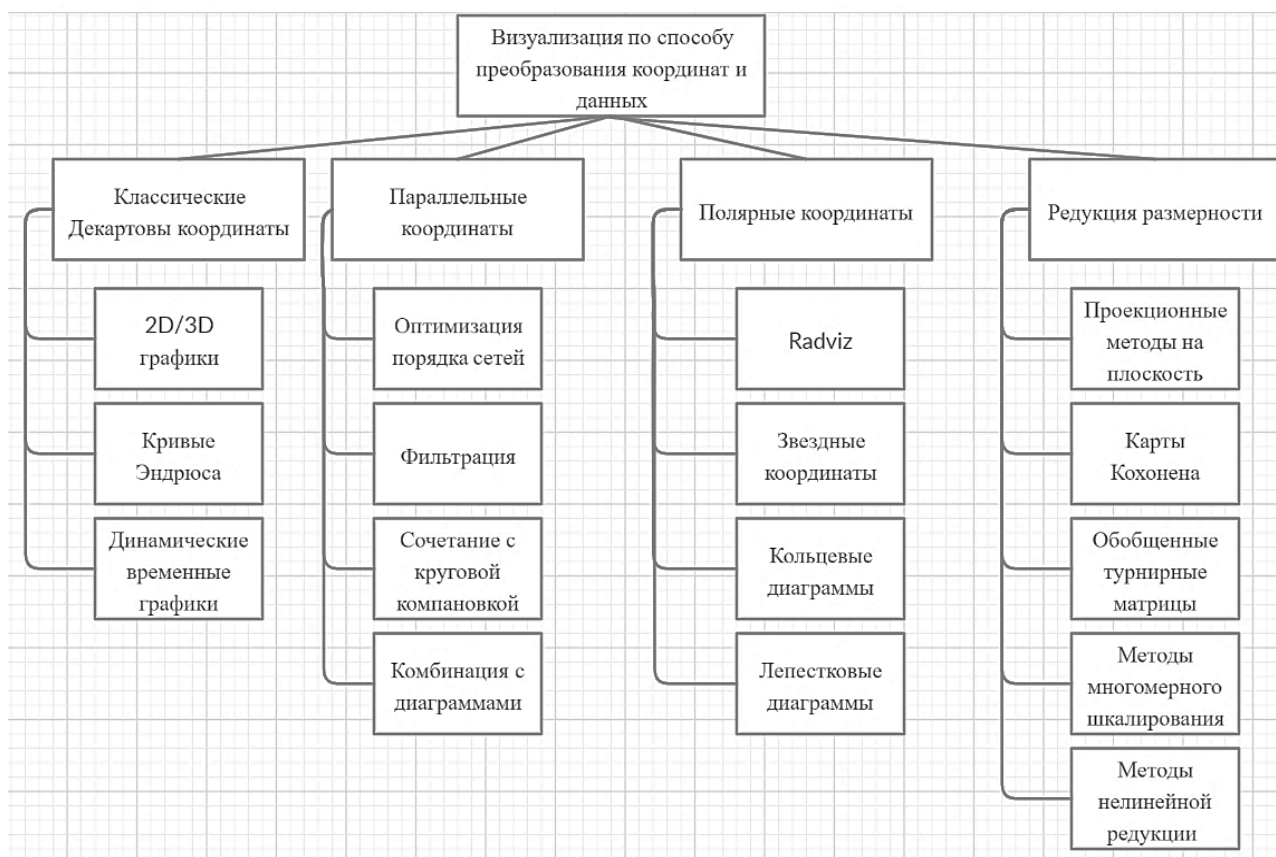


Рисунок 2 - Классификация по способу преобразования координат<sup>3</sup>

### 1.1.2. Функциональные возможности визуализации

Визуализация позволяет быстро и легко замечать, и интерпретировать связи и взаимоотношения, а также выявлять развивающиеся тенденции, которые не привлекли бы внимания в виде необработанных данных. В большинстве случаев для интерпретации графических представлений не требуется специальное обучение, что сокращает вероятность недопонимания.

Правильно продуманное графическое представление повышает наглядность, эффективность, что позволяет больше сконцентрировать и сосредоточить внимание, чем на текстовом материале.

Множество средств визуализации данных могут подключаться к локальным или облачным источникам данных, например, реляционным базам. Таким образом, полученная информация извлекается для исследования.

<sup>3</sup> Составлено автором по: [5]

Пользователи могут выбрать наиболее подходящий способ представления данных самостоятельно, исходя из своих предпочтений, уровня подготовленности, личных навыков и компетенций. Некоторые средства автоматически выводят рекомендации по использованию представлений в зависимости от изученного материала.

Инструменты визуализации должны обладать достаточными возможностями для выполнения всех операций по анализу и распространению информации, начиная с подготовки данных. Обычно подготовка данных выполняется вручную, отнимает много времени и усилий и создает риск возникновения ошибок [6].

Средство должно обеспечивать свободу выбора, чтобы можно было найти подходящий под функционал тип представления или воспользоваться рекомендациями на основе полученных результатов [7].

Многие платформы для визуализации данных объединяют несколько продуктов, один из которых строит отчеты, исследует данные и правильно выводит маркетинговые показатели. Также позволяют строить детальные сводки под запросы разного сегмента потребителей. Плюсом таких платформ является то, что можно загружать данные с абсолютно разных источников (форматы файлов, БД, интернет, CRM – системы, базы Microsoft, Google), объединять и сравнивать данные, они включают в себя красочный набор галереи визуализации, большой набор инструментов для сочетания отчетов, облачную версию интерфейса, интеграцию в другие приложения [8].

### 1.1.3. Преимущества использования визуализации данных

В чем же главное преимущество визуализации данных? Почему многие люди стараются прибегнуть к данным методам? Каждый отвечает на эти вопросы по-своему, но то, что есть множество преимуществ — это однозначно. В мире проведено огромное количество исследований, которые подтверждают, что 90% информации человек воспринимает через зрение, 70% сенсорных

рецепторов находятся в глазах, примерно половина нейронов мозга задействованы в обработке визуальной информации, на 17% выше производительность человека, работающего с визуальной информацией, на 4,5% лучше воспроизводятся подробные детали визуальной информации, 80% человек запоминает из увиденного, а на 23% лучше выполняет инструкцию, если она содержит иллюстрации [9].

Основные 4 преимущества визуализации:

1. Полное восприятие необходимой информации.

Метод представления в виде рисунков является наиболее эффективным способом передачи информации, когда она изображена наглядно, то человек видит и читает, что задействует основные каналы восприятия информации. Таким образом, проводя совещания, современные менеджеры делают записи на досках, которые позволяют усвоить материал. Именно поэтому, изучая процесс создания ценности, схематичные изображения делаются на стенах и т. д., так это лучше усваивается.

2. Сокращение ошибок в визуализированной форме.

Один из важнейших преимуществ визуализации. Когда информация представлена визуально, то на ней сразу видны любые неточности, которые быстрее улавливаются и устраняются, также провоцируют обсуждение, нежели человек будет читать огромный текст и упустит существенную ошибку. Любая информация искажается при передаче, поэтому, чтобы точнее и без потерь передать ее можно воспользоваться средствами визуализации.

3. Поддержание высокого уровня информированности.

При простой беседе, без использования визуализации информация усваивается, но с течением времени без присутствия напоминания она забывается. Тем самым, помогает человеку/работнику не забывать доведенный до него материал, а также вспомнить детали, что позволяет оставаться в памяти надолго.

4. Возможность контроля и самоконтроля.

Визуализация помогает сравнить стандартное (правильное) состояние и фактическое, тем самым поняв, существует отклонение или нет. Визуальный контроль — это наиболее быстрый способ контроля, т. к. отсутствует необходимость тратить время на уточнение.

Обобщая информацию выше, можно сказать, что главным преимуществом является наглядность, способность быстро воспринимать, улавливать информацию и способствовать ее передачи, а также представление данных в одной или двух структурированных таблицах, схемах, графиках, нежели текстом [10].

#### 1.1.4. Недостатки использования визуализации данные

Согласно [11], говорить о главном недостатке визуализации можно с учетом ее интерпретации. Пользователь может интерпретировать визуализированные данные по – разному, в зависимости от представления данных ответственным за визуализацию лицом или средством визуализации. В рамках средства визуализации представление информации будет зависеть как от аналитических возможностей системы по обработке информации, так и от используемых разработчиком моделей и типов визуализации.

Можно выделить 3 группы факторов, порождающих возможные недостатки методов визуализации:

1. Когнитивная составляющая. Неоднозначное визуальное представление, низкая точность, недостоверность, слишком упрощенная информация, ее перегруз, избыточность графических элементов, затрудняющих понимание, обусловленных ограниченными техническими возможностями, приводящие к неопределенности. Входит: невозможность слежения процесса изменения, тотального мышления, недостаточный уровень подготовки, навыков, компетенции, ограниченные возможности по восприятию, высокая когнитивная нагрузка.



2. Эмоциональная обстановка. Визуализация, вызывающая беспокойство, скучная, неоптимальная цветовая палитра. Входит: стресс, вызванный работой с визуальными изображениями, личные предпочтения, опыт.
3. Социальная составляющая. Визуализация, которая становится основой конфликта, нацелена на определенный уровень управления, не позволяющая вести обсуждение и равное взаимодействие между участниками процесса. Входит: особенности поведения, межкультурные различия, незнакомый язык, скрытые разногласия, различные взгляды на проблему, большие затраты времени для согласования и обсуждения [12].

#### *Перспективы развития*

Развитие перспектив визуализации шло по разным направлениям.

Современные методы можно условно разделить на две группы:

- методы, которые строятся на повышении выразительности образа объекта;
- методы, которые строятся на анализе данных.

Также в отдельную группу стоит определить такие подходы, которые связаны с произошедшими за последнее десятилетие изменениями вычислительной техники, они открывают новые возможности визуального представления, но порождают новые проблемы.

Упомянутые выше подходы основаны на организации возможности применения уже разработанных ранее методов, алгоритмов, программных средств. Стоит отметить, что такие подходы, как известно, не содержат в себе новых концепций и методов визуального представления, но стремятся приспособиться к новой технике.

С увеличением роста возможностей нано производительных вычислений будут анализироваться все более сложные задачи и будут развиваться математические методы вычислений и аппарат в целом. Такие направления будут определять будущее развитие научной визуализации, многие из которых были отмечены в совместном докладе Национального научного фонда США (NSF) и Национального института здоровья (NIH), посвященном проблемам

будущего научной визуализации [13]. Одним из необходимых условий дальнейшего развития научной визуализации станет адаптация существующих концепций, методов и подходов визуального представления численных данных к применению на высокопроизводительной технике – параллельных вычислительных системах. Таким образом, главная задача – сохранение наработанных исследований и перенос полученных результатов на высокопроизводительные вычислительные системы. Ключевым направлением развития концепций и методов визуального представления данных становится прогнозируемая разработка методов анализа данных, их расширение на другие прикладные области и синтез с методами выразительности [14]. Еще одним направлением, которое внесет вклад в будущее, станет развитие систем обучаемости – создание в классах задач баз экспериментальных и расчетных данных в численной и визуальной форме. Развитие в разных областях знания и в разных классах задач подобных систем, прообразом которых может служить ExVis [15], будет способствовать улучшению процессов верификации результатов, как недавно полученных, так и накопленных опытом. Также важным направлением развития визуализации станет развитие систем обеспечения возможности анализа и контроля сложного физического или технологического процесса с преимуществом доступности с разных ракурсов, величин и за разные отрезки времени в автоматическом режиме. Организация подобных систем, обеспечивающих автоматический контроль расчетного процесса математического моделирования физического явления, обязана сыграть важную роль в научных разработках [12].

В связи с этим становится очень актуальным направление создания и развития систем специализированных интерфейсов в задачах научной визуализации, опирающихся на обработку данных и их визуальное представление в режиме автоматического сценария.

Использование таких систем позволит подобрать наиболее нужный исследователю вид, метод, алгоритм, график визуального представления для объекта или явления в классе задач, создавать сценарий визуального

представления и автоматически переносить этот сценарий на другой объект из этого класса задач. Интересным и перспективным направлением является подход Model&based Visualization [33]. Он основан на параметризации и формализации задачи визуального представления. Для модели визуального представления выбираются группа управляющих параметров модели и группа параметров, определяющих оптимальное восприятие. Для управляющих параметров модели визуализации вариационная задача решается до тех пор, пока параметры, определяющие оптимальное восприятие, не достигнут нужных значений.

Таким образом, можно отметить, что понятие «визуализация» и «модель» неразрывно связаны и представление информации в наглядных моделях позволяет более грамотно усваивать информацию и выдвигать верные гипотезы. Модель как цифровой двойник является новой областью знаний, которая будет рассмотрена в следующем разделе.

## **1.2 ПОНЯТИЕ ЦИФРОВОГО ДВОЙНИКА ОРГАНИЗАЦИИ. ПРЕИМУЩЕСТВА И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ**

Для эффективной работы каждая организация должна быть в состоянии постоянно внедрять в свою деятельность инновации и быстро адаптироваться к новым ситуациям в масштабах всего предприятия. Преобразования могут состоять из изменения миссии, реорганизации структуры, новых систем или ИТ-инфраструктуры. Эти масштабные преобразования затрагивают не только людей, но также процессы и технологии, упростить создание динамического виртуального представления организации в ее операционном контексте можно с помощью цифрового двойника организации.

Цифровой двойник организации (digital twin of an organization – DTO) — это цифровая (виртуальная) модель любых объектов, систем, процессов или людей. Она точно воспроизводит форму и действия оригинала и синхронизирована с ним [17], включает данные о:

- производительности;

- бизнес – целях;
- бизнес – моделях;
- деловых процессах;
- показателях эффективности КРІ с целевыми уровнями;
- детальном ситуационном анализе процессов на уровне транзакций.

Для оптимизации производительности модели цифрового двойника организации требуют постоянных обновлений о функционировании организации, использовании ресурсов, качестве продукции и удовлетворении потребностей клиентов.

Технологии цифрового двойника организации имеют множество приложений, от оптимизации производительности предприятия и затрат до управления качеством обслуживания клиентов, но все приложения цифрового двойника предназначены для поддержки организаций в их процессах принятия решений. Создание виртуальной копии организации предназначено для того, чтобы помочь бизнес-лидерам изучить свои варианты, участвовать в планировании сценариев и минимизировать риск выбранного пути организации.

Впервые концепцию цифрового двойника описал в 2002 году Майкл Гривс, профессор Мичиганского университета. В своей книге «Происхождение цифровых двойников» [34] он разложил их на три основные части: физический продукт в реальном пространстве; виртуальный продукт в виртуальном пространстве; данные и информация, которые объединяют виртуальный и физический продукт.

Официально термин «*цифровой двойник*» впервые упоминается в отчете NASA о моделировании и симуляции за 2010 год [35]. В нем говорится о сверхреалистичной виртуальной копии космического корабля, которая воспроизводила бы этапы строительства, испытаний и полетов.

Виды цифровых двойников:

- прототип (DTP) — представляет собой виртуальный аналог реального объекта, который содержит все данные для производства оригинала;

- экземпляр (DTI) — содержит данные обо всех характеристиках и эксплуатации физического объекта, включая трехмерную модель, и действует параллельно с оригиналом;
- агрегированный двойник (DTA) — вычислительная система из цифровых двойников и реальных объектов, которыми можно управлять из единого центра и обмениваться данными внутри.

Задачи цифрового двойника организации:

- улучшение процесса принятия корпоративных решений;
- стимулирование цифровой трансформации бизнеса; установка операционного превосходства;
- преобразование клиентского опыта;
- снижение рисков — в том числе финансовых, а также связанных с безопасностью для жизни и здоровья персонала;
- повышение конкурентоспособности и прибыльности бизнеса;
- построение долгосрочных прогнозов и планирование развития компании или продукта на годы вперед;
- синхронизация стратегии и выполнение проекта [16].

Двойники можно создавать разными способами:

- графическая 3D-модель;
- модель на базе интернета вещей;
- интегрированные математические модели — такие как CAE-системы (Computer-aided engineering, решения для инженерного анализа, расчетов и симуляций) для инженерных расчетов;
- различные технологии визуализации — включая голограммы, AR и VR.

Объем мирового рынка цифровых двойников в 2020 году оценивался в 3 миллиарда долларов, а к 2026 году он, по оценкам специалистов, достигнет  $\pm 48$  миллиардов долларов [18]. Цифровые двойники организации созданы для анализа процессов или услуг организации в виртуальной среде для запуска симуляций и решения проблем, с которыми может столкнуться бизнес в

реальных ситуациях. Решения цифровых двойников больше ориентированы на целостное моделирование в масштабах всей организации для получения информации [18].

Отметим преимущества цифровых двойников:

Цифровой двойник организации предоставляет виртуальную модель всего бизнеса вместо оборудования, что позволяет бизнес-лидерам анализировать и корректировать бизнес-процессы по мере необходимости, дает динамическое виртуальное представление организации в ее операционном контексте, что обеспечивает:

1. Цифровое представление сотрудников, процессов, данных и активов в том виде, в каком они существуют в физическом мире, что позволяет: улучшать координацию между сотрудниками в организации и выявлять неэффективности или слабости организации.
2. Платформу для обучения сотрудников рабочим операциям и новым практикам.

Цифровой двойник организации служит системой, позволяющей всем заинтересованным сторонам согласовывать цели и операции компании. Это поможет понять процессы, клиентов и сотрудников, а также улучшить работу, чтобы она была эффективной, результативной и гибкой.

Основные причины для использования двойников в организации:

- большое количество данных о цифровых процессах и больше возможностей для оптимизации и сокращения затрат;
- слияния, поглощения и продажи формируют крупные организации, и необходимо управлять сложными ИТ-ландшафтами;
- роботизированная автоматизация процессов (RPA) и гиперавтоматизация используются для автоматизации отдельных задач и этапов процесса;
- искусственный интеллект (ИИ) используется для повышения эффективности бизнес-операций.

Крайне важно использовать цифровые двойники организации для получения целостной информации о стратегических целях организаций, снижения рисков, связанных с текущими проектами, инициативами по цифровой трансформации, трансформации, моделирования операций для повышения производительности и эффективности, использования существующих огромных объемов данных для анализа [19].

#### Финансовые перспективы

Реализация технологий цифровых двойников — достаточно серьезный проект, который может потребовать крупных инвестиций и предварительных оценок их окупаемости. Цифровые двойники ускоряют разработку продуктов и процессов, оптимизируют выполнение работ и помогают в профилактическом техобслуживании.

Зонами наиболее интенсивного роста использования цифровых двойников, по-видимому, станут ресурсоемкие отрасли, такие как промышленное производство, нефтегазовая индустрия, аэрокосмическая и автомобильная промышленности. Тем не менее эти технологии также имеют перспективы применения в розничной торговле, здравоохранении и в проектировании "умных" городов.

Учитывая, что технологии цифровых двойников пользуются поддержкой ИТ-гигантов, включая IBM и SAP, предприятиям сегодня следует обратить на эти технологии самое пристальное внимание. Цифровые двойники могут существенно усилить способность предприятий принимать проактивные решения на базе данных, повысить эффективность их деятельности и избавиться от потенциальных проблем.

По данным компании Gartner [20], по состоянию на начало 2019 г. 13% организаций, реализующих проекты IoT, уже используют цифровые двойники, в то время как 62% либо находятся в процессе создания цифровых двойников, либо планируют сделать это.

Есть две причины внезапного спроса на цифровые двойники. Во-первых, они приносят ощутимую ценность для бизнеса и стали необходимыми для IoT и

цифровых стратегий. Во-вторых, по мнению Gartner, быстрый рост внедрения объясняется, в частности, активным маркетингом и организацией обучения со стороны поставщиков этих технологий [20].

Одной из перспективных задач цифровых двойников является поддержка принятия оптимальных управленческих решений на стадиях планирования, мониторинга и анализа как компании в целом, так и отдельных областей ее деятельности (функциональных блоков, программ/проектов, активов и т. д.).

Некоторые области применения цифровых двойников организации:

- управление экономической эффективностью цепочки создания стоимости;
- управление программой цифровой трансформации;
- управление развитием активов;
- интегрированное производственно-экономическое планирование на основе нормативов;
- инвестиционное планирование / управление портфелями проектов / управление инновациями;
- управление рисками.

Область применения «Управление рисками» является одной из основополагающих областей компании, грамотный контроль и стратегии быстрого реагирования позволяют вовремя выявить и устранить возможные потери на предприятии. Данный процесс является сложным и необратимым, поэтому требует тщательного моделирования всех вариантов развития и принятие единственного верного решения. Для эффективности внедрения цифрового двойника организации требуется проанализировать предметную область и выявить следующий аспект: имеются ли слабые финансовые стороны компании, которые требуют вмешательства точных математических расчетов и визуализации.



### 1.3 ИССЛЕДОВАНИЕ ПРЕДМЕТНОЙ ОБЛАСТИ НА ПРЕДПРИЯТИИ

Управление рисками является процессом выявления потерь, с которыми организация сталкивается в процессе основного вида деятельности и степени их воздействия, и выбора наиболее подходящего метода для управления каждым отдельным видом риска.

В другом представлении управление рисками представляет собой систематический процесс, при котором риски оцениваются и анализируются для уменьшения или устранения их последствий, а также для достижения целей.

Для того, чтобы определить необходимость внедрения цифрового двойника организации требуется проанализировать деятельность фирмы в области финансов.

Данные, которые потребуются для анализа: финансовый анализ компании, включая показатели и финансовые коэффициенты, показатели текущей дебиторской задолженности, сумма, которую потеряли из-за того, что не было правильной оценки рисков, количество списанных денежных средств по клиентам, отзывы клиентом, которые прекратили сотрудничество с компанией, просроченные задачи.

В таблице 2 представлена структура имущества и источников финансирования. На рисунке 3 представлен расчет коэффициента денежных средств к оборотным активам.

Отношение денежных средств к оборотным активам (K <sub>0</sub> )=	денежные средства/оборотные активы * 100%
K <sub>0</sub> =	20,7
Рекомендуемое значение коэффициента K <sub>0</sub> = 0,7 - 1	

Рисунок 3 - Расчет коэффициента K<sub>0</sub>

По данному коэффициенту наблюдается серьезное отклонение, что говорит о том, что компании сложно преобразовывать запасы и дебиторскую задолженность в денежные средства. Данное отклонение является серьезным показателем к тому, что у фирмы есть трудности с определением рисков проекта.

Таблица 2 - Структура имущества и источников его финансирования

Структура имущества и источников его финансирования								
Показатель	Значение показателя							
	в тыс. руб.			в % к валюте баланса			Изменения за анализируемый период	
	31.12.2019	31.12.2020	31.12.2021	на начало анализируемого периода 31.12.2019	на конец анализируемого периода 31.12.2021	тыс.руб. (графа 4-2)	во сколько раз ((графа 4 - 2) : графа 2)	
1	2	3	4	5	6	7	8	
<b>Актив</b>								
1. Внеоборотные активы	-	-	-	-	-	-	-	
в том числе: основные средства	-	-	-	-	-	-	-	
нематериальные активы	-	-	-	-	-	-	-	
2. Оборотные активы, всего	8 302 663 Р	10 995 765 Р	13 066 399 Р	100%	100%	4 763 736 Р	0,6	

в том числе: запасы	4 164 170 Р	4 435 737 Р	3 310 480 Р	50,2	25,3	- 853 690 Р	-0,2
дебиторская задолженность	3 238 493 Р	5 060 028 Р	7 055 919 Р	39	54	3 817 426 Р	1,2
денежные средства и краткосрочные финансовые вложения	900 000 Р	1 500 000 Р	2 700 000 Р	10,8	20,7	1 800 000 Р	2,0
Пассив							
1. Собственный капитал	8 302 663 Р	10 885 765 Р	12 816 399 Р	99,7	98,1	4 513 736 Р	0,5
2. Долгосрочные обязательства, всего	-	-	-	-	-	-	-
в том числе: заемные средства	-	-	-	-	-	-	-
3. Краткосрочные обязательства, всего	27 000 Р	110 000 Р	250 000 Р	0,3	1,9	223 000 Р	8,3
в том числе: заемные средства	-	-	-	-	-	-	-
Валюта баланса	8 329 663 Р	10 995 765 Р	13 066 399 Р	100%	100%	4 736 736 Р	0,6

Показатель	Значение показателя					Изменение	
	в тыс. руб.		в % к валюте баланса			тыс. руб. (гр.3-гр.2),	%, ((гр.3 -гр.2) : гр.2)
	на начало анализируемо го периода (31.12.2019)	на конец анализируемо го периода (31.12.2021)	на 31.12.2019	на 31.12.2020	на 31.12.2021		
1	2	3	4	5	8	9	10
1. Чистые активы	8 302 663 Р	12 816 399 Р	99,7	99	98,1	4 513 736 Р	0,5 раза
2. Уставный капитал	8 302 663 Р	12 816 399 Р	99,7	99	98,1	4 513 736 Р	0,5 раза
3. Превышение чистых активов над уставным капиталом (стр.1-стр.2)	0	0	-	-	-	-	-

Рисунок 4 - Чистые активы предприятия

На рисунке 4 представлены чистые активы предприятия.

На 31.12.2021 величина чистых активов организации равна уставному капиталу. Такое соотношение характеризует финансовое положение организации как удовлетворительное, что также означает тот фактор, что компания не наращивает обороты и не имеет резервных фондов, тем самым рискует остаться в плохом положении, что говорит о том, что на предприятии есть вторая зависимая проблема – отсутствие резервов будущего периода.

На рисунке 5 представлены показатели финансовой устойчивости.

Показатели финансовой устойчивости					
Показатель собственных оборотных средств (СОС)	Значение показателя		Излишек (недостаток)*		
	на начало анализируемого периода (31.12.2019)	на конец анализируемо го периода (31.12.2021)	на 31.12.2019	на 31.12.2020	на 31.12.2021
1	2	3	4	5	6
СОС (рассчитан без учета долгосрочных и краткосрочных пассивов)	8 302 663 Р	12 816 399 Р	4 138 493 Р	6 450 028 Р	9 505 919 Р

Рисунок 5 - Показатели финансовой устойчивости

Можно отметить покрытие собственными оборотными средствами имеющихся у организации запасов, поэтому финансовое положение по данному признаку можно характеризовать как абсолютно устойчивое. Также значения увеличиваются — это плюс.

На рисунке 6 представлены активы по степени ликвидности.

Все четыре неравенства, приведенные на рисунке 6, выполняются, что свидетельствует об абсолютной ликвидности баланса.

В таблице 3 представлена дебиторская задолженность по всем клиентам компании для детального анализа.

Активы по степени ликвидности							
Активы по степени ликвидности	На конец отчетного периода, тыс. руб.	Прирост за анализ. период, %	Норм. соотношение	Пассивы по сроку погашения	На конец отчетного периода, тыс. руб.	Прирост за анализ. период, %	Излишек/недостаток платеж. средств в тыс. руб., (гр.2 - гр.6)
1	2	3	4	5	6	7	8
А1. Высоколиквидные активы (ден. ср-ва + краткосрочные фин. вложения)	2 700 000 Р	(+) 2 раз	≥	П1. Наиболее срочные обязательства (привлеченные средства) (текущ. кред. задолж.)	250 000 Р	(+) 8,3	<b>2 450 000 Р</b>
А2. Быстрореализуемые активы (краткосрочная деб. задолженность)	7 055 919 Р	(+) 1,2	≥	П2. Среднесрочные обязательства (краткосроч. обязательства кроме текущ. кредит. задолж.)	0	–	<b>7 055 919 Р</b>
А3. Медленно реализуемые активы (прочие оборот. активы)	3 310 480 Р	(-) 0,2	≥	П3. Долгосрочные обязательства	0	–	<b>3 310 480 Р</b>
А4. Труднореализуемые активы (внеоборотные активы)	-	–	≤	П4. Постоянные пассивы (собственный капитал)	12 816 399 Р	(+) 0,5раз	<b>-12 816 399 Р</b>

Рисунок 6 - Активы по степени ликвидности

Таблица 3 - Дебиторская задолженность и количество списанных часов по клиентам в порядке убывания за 2021 год

Партнёр	Уменьшение долга	Списано	Конечный остаток
Проект			
12 Историй	21 304 722,00	513 360,00	5 384 734,00
Логистика	7 422 450,00	293 280,00	1 835 300,00
Маркировка	286 500,00		1 467 540,00
Финансы	1 568 660,00	135 660,00	865 420,00
Выделение базы розницы	1 164 000,00		433 860,00
WMS			397 800,00
Розница	2 283 072,00	27 060,00	382 564,00
Производство	109 500,00	15 000,00	2 250,00
Орёлстрой	250 000,00		757 490,00
Текущее обслуживание	250 000,00		757 490,00
Энтузиаст ГК	2 681 009,02	752 771,98	447 837,50
Атланта	512 517,50	227 668,00	328 412,50
Ремеза	275 626,50	213 470,50	66 787,50
Оптимист	939 217,52	145 981,48	41 912,50
Абонемент БП и ЗУП	227 255,00	13 000,00	6 987,50
Шнайдер	140 233,50	82 225,00	3 737,50
Далгакыран-М	2 615 371,30	1 740 539,70	180 510,00
Вне абонемента	1 656 738,30	1 525 568,70	180 510,00
Комитас			145 695,00
Текущее обслуживание			145 695,00
Золотые ворота	1 481 022,00	436 380,00	84 645,00
Текущее обслуживание	1 477 524,00	436 380,00	84 645,00
Солис	16 005,00	1 650,00	13 200,00
Текущее обслуживание	16 005,00	1 650,00	13 200,00
Капстроительство	16 170,00	18 114,00	13 101,00
Текущее обслуживание	16 170,00	18 114,00	13 101,00
ООО «Евростройцентр»	82 500,00		9 900,00
Текущее обслуживание	82 500,00		9 900,00
ИП Шаяхметов Владимир Рудольфович	63 690,00		7 260,00
Текущее обслуживание	63 690,00		7 260,00
Гарсинг ТД	145 695,00	28 545,00	6 270,00
Текущее обслуживание	145 695,00	28 545,00	6 270,00
Ростинжиниринг	153 762,00	36 000,00	6 000,00
Текущее обслуживание	153 762,00	36 000,00	6 000,00

Совтрак (Арт-Завод)	32 230,00	1 750,00	4 950,00
Текущее обслуживание	32 230,00	1 750,00	4 950,00
Искрателеком (Фрилайн)	522 540,00	6 450,00	1 650,00
Текущее обслуживание	521 340,00	6 450,00	1 650,00
ООО "Аквапром"	66 000,00		1 650,00
Производство аккумуляторов	66 000,00		1 650,00
ВИА Боулинг	139 680,00	1 250,00	625,00
Текущее обслуживание	139 680,00	1 250,00	625,00
<b>Итого</b>	<b>36 971 726,32</b>	<b>5 225 893,68</b>	<b>9 417 744,26</b>



Также стоит отметить, что проект по клиенту «Орелстрой» является крайне убыточном из-за несоблюдения сроков, в настоящий момент он принес только 250 000, а конечный остаток составляет 1 357 130. Из-за неправильной оценки проекта и собственных сил остаток денежных средств клиент платить не будет.

Дебиторскую задолженность можно представить графически (рисунок 7).



Рисунок 7 - Дебиторская задолженность по клиентам

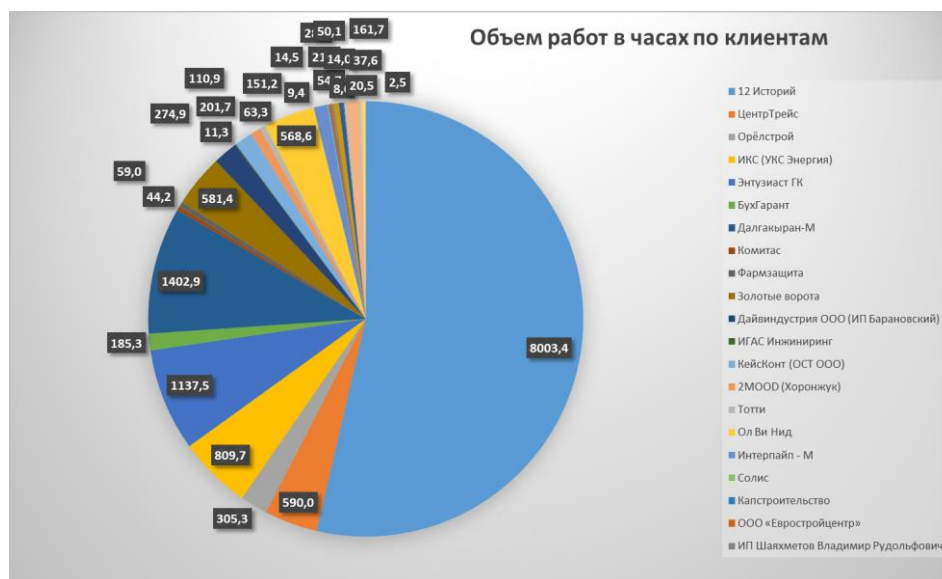


Рисунок 8 - Объем работ в часах в разрезе клиентов

Можно сделать вывод, что у компании имеются финансовые проблемы с дебиторской задолженностью и наращиванием оборотом, нет резервных фондов, имеется большое количество списанных часов. Клиент с самой большой дебиторской задолженностью – 12 Историй, а наибольшие списания у заказчика – Далгакыран.

Таким образом, текущие методы в области рисков не эффективны и требуют пересмотра. Для контроля данных факторов и уменьшения рисков финансовых потерь предлагается разработать модель данных для просчета принятия правильного стратегического решения и увеличения денежных средств, и выделить как основу цифрового двойника организации.

Можно высказать следующий прогноз по поводу использования цифрового двойника организации: с его помощью компании могут контролировать качество процесса еще до его появления в реальном мире. Так как цифровой двойник — это копия запланированного процесса, специалисты могут так замечать любые сбои еще до того, как он будет выполнен в реальном мире.

Таким образом, новая технология позволит более качественно оценивать риски, ускорять разработку новых продуктов и повышать надежность производственных линий.

Цифровой двойник позволит усовершенствовать процесс принятия финансовых решений. Благодаря этому, компании могут принимать более быстрые и эффективные решения в финансовом плане: правильно ли рассчитывается стоимость, что может на нее повлиять и прочее. Также с помощью цифровых двойников можно избежать финансовых потерь вследствие снижения производительности. Новые технологии помогают компаниям снизить расходы, повысить производительность и эффективность работы, а также оптимизировать техническое обслуживание.

Основной целью внедрения цифрового двойника является улучшение финансового состояния компании, сокращение «списанных часов», которые

приводят к потерям денежных средств, а также наращивание клиентской базы, исключение потерь из-за неправильного подхода к работе.

## **1.4 РЕЗУЛЬТАТЫ И ВЫВОДЫ ПЕРВОЙ ГЛАВЫ**

Визуализация данных вступает в новую эру. Новые источники интеллекта, теоретические разработки и достижения в области многомерной визуализации изменяют потенциальную ценность, которую могут предоставить аналитика, при этом визуализация играет ключевую роль. Принципы эффективной визуализации данных не изменятся. Однако технологии следующего поколения и развивающиеся когнитивные рамки открывают новые горизонты, перемещая визуализацию данных из искусства в науку.

Ранее большое внимание уделялось принципам эффективной визуализации данных, таким как сущность, контекст и практичность. Эффективная визуализация данных должна стать более весомой.

Используя графическое представление бизнес-информации, компании могут видеть большие объемы данных в четкой и понятной форме и делать выводы из этой информации. А поскольку анализ информации в графическом формате происходит значительно быстрее (в отличие от анализа информации в электронных таблицах), предприятия могут решать проблемы или отвечать на вопросы своевременно.

Использование визуализации данных для выявления тенденций - как в бизнесе, так и на рынке - может дать предприятиям преимущество перед конкурентами и в итоге повлиять на итоговые показатели. Легко определить выбросы, которые влияют на качество продукции или приток клиентов, и решить проблемы до того, как они станут более серьезными.

Даже обширные объемы данных начинают иметь смысл при графическом представлении; предприятия могут распознавать параметры, которые сильно коррелируют. Некоторые из корреляций будут очевидны, но другие не будут.

Выявление этих отношений помогает организациям сосредоточиться на областях, которые могут повлиять на наиболее важные цели.

Как только бизнес обнаружил новые идеи из визуальной аналитики, следующим шагом будет донести эту информацию до других. Использование диаграмм, графиков или других визуально значимых представлений данных важно на начальном этапе, т. к. они позволяют быстро передавать сообщение.

Цифровой двойник организации и есть виртуальная визуализированная модель любых объектов, систем, процессов или людей. Создание виртуальной копии организации предназначено для того, чтобы помочь бизнес-лидерам изучить свои варианты, участвовать в планировании сценариев и минимизировать риск выбранного пути организации в наглядном формате, а именно используя такой инструмент, как визуализация.

Цифровой двойник организации служит системой, позволяющей всем заинтересованным сторонам согласовывать цели и операции компании. Это поможет понять процессы, деятельность клиентов и сотрудников, а также улучшить работу, чтобы она была эффективной, результативной и гибкой.

Крайне важно использовать цифровой двойник организации для получения целостной информации о стратегических целях организаций, снижения рисков, связанных с текущими проектами, инициативами по цифровой трансформации, трансформации, моделирования операций для повышения производительности и эффективности, использования существующих огромных объемов данных для анализа.

В результате исследования предметной области на предприятии, выявлены финансовые проблемы и некорректности учета и просчета рисков, которые в дальнейшем влияют на принятие стратегических решений. Текущие исследования больших данных не позволяют в полном объеме выдвинуть верные гипотезы и точные расчеты. В связи с этим на предприятии предлагается внедрить цифровой двойник, как наглядный способ визуализации и корректировки данных на основе точных математических расчетов.

## **2 РАЗРАБОТКА МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ КАК ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ОСНОВЫ ЦИФРОВОГО ДВОЙНИКА**

### **2.1 СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ РЫНКА ЦИФРОВЫХ ДВОЙНИКОВ ОРГАНИЗАЦИИ**

Цифровые двойники стали действительно сильным катализатором развития современных компаний. Благодаря им значительно упрощается техническая поддержка системы, экономятся ресурсы, минимизируются риски ошибок. Все это позволяет бизнесу получить максимально возможную отдачу от инвестиций, повысить конкурентоспособность и нарастить лояльность клиентов. С помощью этой технологии можно решать различные классы задач диагностики состояния объекта, прогнозирования, оптимизации работы, управления. Цифровые двойники могут использоваться несколькими организациями одновременно — например, производителем автомобиля, обслуживающей и страховой компанией.

На данном этапе рынок цифровых двойников исследован недостаточно широко. В связи с чем успешных опытов внедрения различных цифровых двойников на основе моделирования на предприятии не так много [37].

Первым инструментом, которое поддерживает математическое моделирование как основу цифрового двойника, является AnyLogic. Два ключевых элемента любых цифровых двойников – динамические модели и данные, отражающие текущее состояние реальной моделируемой системы. Благодаря этим элементам цифровой двойник становится эффективным инструментом для проведения экспериментов, анализа и наглядного представления данных [38].

Технология цифровых двойников помогает совершенствовать бизнес-процессы и повышать их надежность. Она уже широко используется в промышленности и управлении цепями поставок. Цифровые двойники наглядно показывают работу процесса, поэтому специалистам проще понимать внутренние процессы компании и принимать эффективные решения.

## Преимущества AnyLogic:

- широкое применение в разных отраслях;
- многоподходное моделирование;
- открытый API и программирование
- простота использования.

На рисунке 9 представлен пример моделирования клинических исследований с использованием прогнозной аналитики для фармацевтической компании. Цифровой двойник был построен для принятия обоснованных решений относительно терапии.



Рисунок 9 - Пример цифрового двойника

На рисунке 10 представлен цифровой двойник с использованием возможности AnyLogic в дискретно-событийном моделировании. Созданное решение включало три вида экспериментов с моделью производственной системы. Каждый из них был направлен на решение одной из обозначенных задач, например, планирование продаж на производственном предприятии.

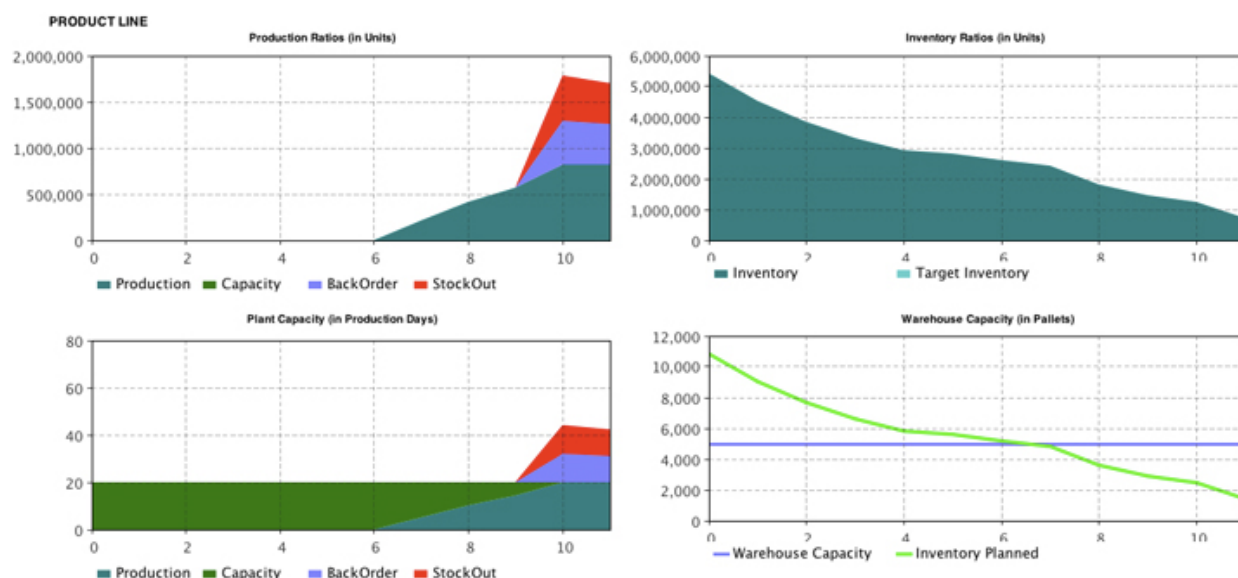


Рисунок 10 - Пример цифрового двойника

Модель предоставила менеджменту возможность выбрать решение, которое позволило бы увеличить доход и минимизировать риск дефицита товара.

Вторым инструментом стоит отметить - Azure Digital Twins. Azure Digital Twins — это платформа Интернета вещей, которая позволяет создать цифровое представление реальных вещей, мест, бизнес-процессов и людей. Аналитические данные помогут повысить качество продуктов, оптимизировать операции и расходы, а также создать новые возможности [39].

Преимущества Azure Digital Twins:

- язык определений Digital Twins — это язык открытого моделирования, который позволяет создавать модели личных доменов в любой подключенной среде;
- среда динамического выполнения позволяет создать графическое представление цифровых двойников;
- события изменений цифрового двойника можно выводит в Azure Data Explorer, Azure Synapse Analytics, в Центры событий и в другие службы.

Пример вывода данных модели представлен на рисунке 11.

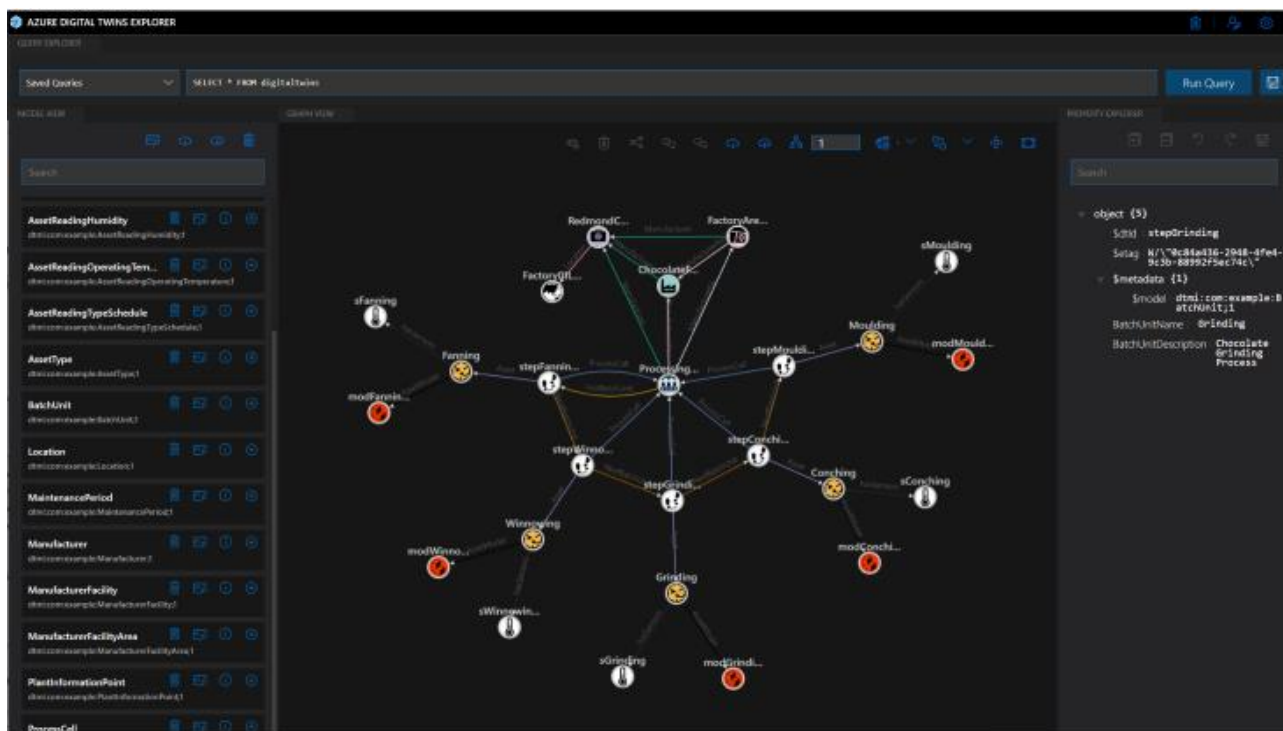


Рисунок 11 – Пример вывода данных в Azure Digital Twins

Данная модель является паутинообразной и представляет связь зависимых параметров.

Третьим инструментом для моделирования как основы цифровых двойников является – Powersim. Powersim предназначен для построения непрерывных и частично дискретных моделей. Он относится к семейству языков имитационного моделирования, получивших наибольшее распространение в мире с середины 1990-х гг.

Основная цель Powersim заключается в построении описания или математической модели воображаемой или реальной системы. Любая модель состоит из множества взаимосвязанных элементов, описываемых переменными. Элементы модели и связи между ними определяют структуру модели [40].

На рисунке 12 представлен пример "паутинообразной" модели установления рыночного равновесия, используемой в микроэкономике.



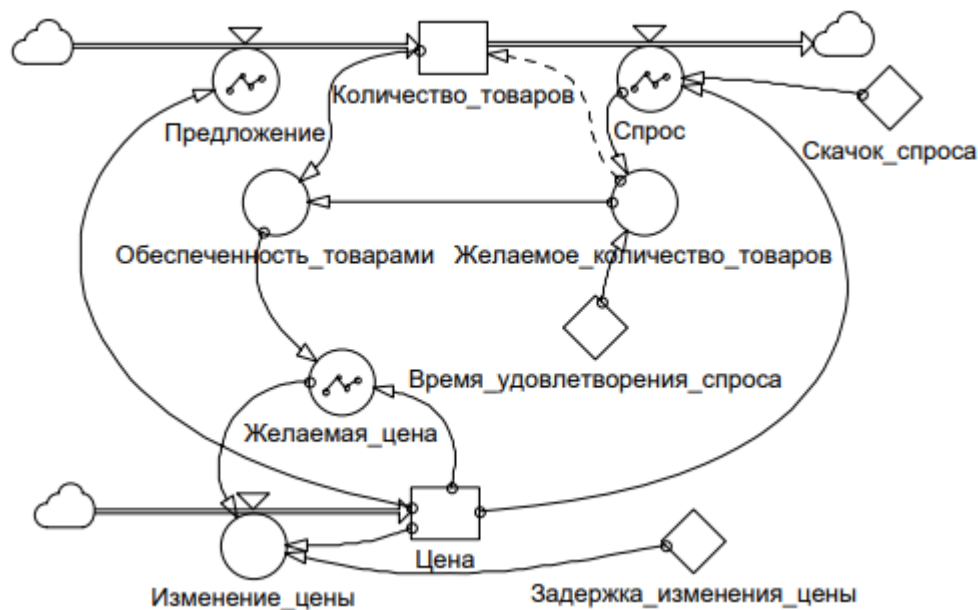


Рисунок 12 - Пример модели

Данная модель достаточно наглядно отображает взаимосвязь констант и параметров, что позволяет визуально воспринимать информацию.

Через функцию вывода графика можно увидеть результаты моделирования (рисунок 13).

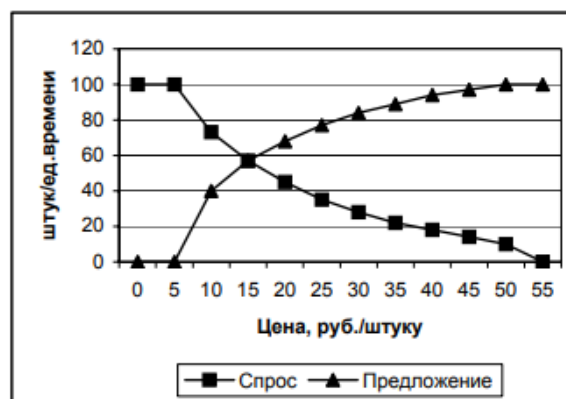


Рисунок 13 - Отображение результатов

В ходе исследования можно заметить, что на рынке существуют инструменты для создания цифровых двойников организации и набирают популярность, большинство компаний уже внедряют различные цифровые модели, но готовых визуальных решений, как цифрового двойника в области рисков компании на

данный момент не существует. Компании тщательно подходят к выбору моделей для своей стратегии и предпочитают собственные, а не обобщенные. Первые два инструмента являются наиболее распространенными на данный момент, но для небольшой компании они являются дорогостоящими, и визуальная составляющая очень нагружена, что не позволит выявить главные значения для принятия стратегически важных решений в области рисков. Такие решения подходят для цифровизации крупных моделей или объектов. Третий инструмент не удовлетворяет в области отображения результатов, которые не демонстрируют точность расчетов для принятия решений.

Таким образом, собственная математическая модель, построенная на важных для компании параметрах, позволит подчеркнуть индивидуальность и имидж компании, а также отразит необходимые показатели для бизнеса. Готовая математическая модель ляжет в основу цифрового двойника, который станет средством визуализации важных значений и расчетов.

## **2.2 ПОСТРОЕНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ИНВЕСТИЦИОННЫХ РИСКОВ**

Моделирование как основа научного исследования представляет собой взаимозаменяемость уже исследуемой системы конкретным аналогом. Этот аналог в точности повторяет интересующие пользователя наиболее важные свойства исследуемого объекта. Существует множество классификаций моделей и видов моделирования [22, 23].

Одним из видов моделей, появившихся несколько позже логических и физических моделей, является математическая модель, которая считается самой мощной формой моделирования. Математика, стремящаяся к созданию и развитию способов формального описания всего и вся, является, безусловно, мощным инструментом исследования, разработки, реализации тех или иных явлений, объяснения различных отношений.

В наше время математические модели доказали свою эффективность и, безусловно, являются мощнейшим инструментом в науке. Человечество начало создавать и использовать такие сложные вещи, настолько сложные по количеству элементов и связей, способов выполнения, алгоритмов управления и необходимости визуализации результатов, что математика не может дать нам формального описания таких сложных систем, которые можно применять, например, для адекватного и полного описания технологического процесса переработки полезных ископаемых и т. д. Эти задачи получили относительно новый вид моделирования, который называется имитационным моделированием.

Обратимся теперь к определению имитационного моделирования, возникшему в середине прошлого века, и рассмотрим его достоинства и недостатки.

В литературе [24] имитационное моделирование часто определяют как численный метод исследования сложных систем, элементы которых описываются разнородным математическим аппаратом и объединяются определенной коммуникационной моделью, которую иногда называют информационной.

Имитационное моделирование является достаточно дорогим методом исследования в силу своей уникальности. Каждая имитационная модель представляет собой штучный продукт, который затем можно повторять и развивать. Но главный недостаток имитационного моделирования в том, что это численный метод, а, как известно, численные методы дают определенные решения, которые необходимо принять за определенный результат, требуемый для проведения серии численных экспериментов, результаты которых должны быть усреднены и обобщены.

В литературе отмечены преимущества имитационного моделирования [24]. Во-первых, это отличный способ учиться. Вышеуказанные тренажеры приведены как типовые примеры сочетания математических, физических и логико-физических моделей, позволяющих проводить обучение личного состава

- авиационного, водителей, капитанов, штурманов, космонавтов и т.д. Следующее преимущество заключается в том, что необработанные данные можно настроить так, как они не могут существовать в реальной природе. То есть задавать такие сырые данные, которые показывают, как работает исследуемая система в аварийном режиме или в режиме, которого на самом деле вообще не существует. И третья важная особенность, практически не встречающаяся в литературе. Это возможность непрерывной модификации имитационной модели по результатам экспериментов.

Имитационное моделирование имеет достаточно развитую систему инструментов, позволяющих строить сами модели, визуализировать и манипулировать результатами, воспроизводить входные данные.

Для интерпретации результатов моделирования важны методы статистической обработки и визуализации. Статистическая обработка представляет собой формальный инструментарий, реализованный в различных статистических пакетах, который позволяет выполнять дисперсионный анализ, регрессионный анализ и делать выводы. Визуализация результатов во многом обеспечивает правильную интерпретацию этих результатов.

Параллельно с развитием имитационного моделирования происходит бурное развитие информационных технологий. Среди новых технологий отметим методы, использующие концепцию «цифрового двойника».

### 2.2.1. Основы технологии цифровых двойников

Майкл Гривс сформулировал три требования к цифровым двойникам [25-27]. Первым условием является необходимость визуального повторения внешнего вида исходного объекта. Это важное требование, но не критическое. Второе условие гласит, что объект должен вести себя реалистично при выполнении различных тестов. И третье требование — возможность получения информации, сгенерированной с помощью искусственного интеллекта, при оценке текущего состояния объекта.

Последние два пункта – это не что иное, как традиционное применение имитационной модели для решения реальных задач и не более того. Но возможности хранения, обработки и защиты информации указывают на возможность фиксации их числового описания за каждым произведенным экземпляром машины, агрегата, самолета, танка или организации.

Таким образом, любые цифровые двойники основаны на цифровой модели. Профессор А. Боровков [28, 29] сказал, что эта численная модель построена на основе формальных математических методов теорий упругости, надежности, прочности и др. Затем это числовое описание следует за экземпляром продукта, берутся его рабочие характеристики, и в этой числовой модели проверяется, как работает экземпляр и как можно улучшить другие экземпляры. Но это не более чем имитация, основанная на реальных данных. Профессор А. Боровков также говорит, что можно преднамеренно настроить необработанные данные таким образом, чтобы они описывали конкретную чрезвычайную ситуацию. Исходя из этого, можно сделать вывод, что если мы говорим о цифровых двойниках, цифровых тенях и цифровых технологиях, то должны понимать, что должна быть определенная методология, сопровождаемая технологиями, методами и инструментами, в том числе программными и аппаратными. Все это позволяет, во-первых, создать ядро цифрового двойника, то есть самую базовую имитационную модель, а во-вторых, должна быть технология, собирающая информацию о поведении цифровых двойников или теней и использующая ее для модернизации базовой имитационной модели.

#### 2.2.2. Направления развития имитационного моделирования как базы цифровых двойников

При разработке имитационных моделей необходимо решать несколько параллельных задач, чтобы повысить эффективность данного метода исследования.

Первая задача заключается в том, что необходимо разработать такие методы, технологии, программные продукты и алгоритмы, которые будут

максимально простыми, но теоретически правильными, обеспечивать быструю обработку цепочки управления и производить готовую цепочку управления заданного размера. Это именно данные реального объекта, которые, как и ожидается в рамках цифровых двойников, будут использоваться для выполнения виртуальных симуляций на реальных объектах.

Второй задачей является необходимость разработки эффективных оценок рентабельности индивидуальной разработки имитационной модели или использования универсальных программных средств построения имитационных моделей. Должна существовать какая-то формальная методология принятия решений, чтобы была четкая стратегия выбора способа построения имитационной модели. Исследователь должен иметь оценку того, сколько это будет стоить не только с точки зрения финансовых показателей, но и с точки зрения времени или других параметров (ресурсов).

Третья критическая задача касается возможностей теоретического доказательства математических моделей. Речь идет о наиболее распространенных цифровых двойниках и, соответственно, эффективных цифровых двойниках в тех областях, где есть хорошие математические описания в терминах, например теории пластичности, или теории упругости, или сопротивления материалов, или что-то другое. Это означает, что такие качественные, математически обоснованные теории и проверенные на практике обеспечивают построение математических моделей, пригодных для конкретных процессов.

Таким образом, можно сделать вывод, что модели составляют неотъемлемую часть любой исследуемой сферы общества. При работе с большими объемами данных следует уделять внимание точным обоснованным теориям, которые, дадут положительный эффект в практических применениях. Управление рисками предприятия является важным практическим применением теории принятия решений в компании и требует построения имитационных моделей [59].

Приоритетной составляющей задач стратегического управления предприятием является прогнозирование денежных потоков проектной деятельности и оценка рисков. С формальной точки зрения хозяйственную деятельность любого предприятия можно рассматривать как непрерывный ряд превращений активов из одной формы в другую. Эти преобразования формируют денежные потоки, управление которыми является неотъемлемой частью работы предприятия.

Существует множество моделей — от качественных прогнозов эксперта, отражающих его субъективные предположения, до полностью формальных моделей регрессии и авто регрессионных моделей. В условиях производственной нестабильности имитационные модели являются эффективным инструментом финансового планирования, позволяющим выявлять пути и возможности достижения целей предприятия, моделировать и оценивать альтернативные варианты плановых решений [30].

Несмотря на многообразие имеющихся исследовательских подходов, системную основу наиболее известных методов управления рисками составляют следующие три понятия: снижение риска, приемлемый риск и риск как ресурс [51; 52].

Основанием для выбора этих понятий послужил характер влияния риска на исход принимаемых решений. Таким образом, в рамках концепции снижения риска, присутствие риска является сугубо негативным явлением, управление которым заключается в полной нейтрализации или снижении его уровня до минимально возможного значения. Такое управление рисками представляется наиболее эффективным, если рассматриваемые риски являются катастрофическими для хозяйствующего субъекта [31].

В работе предложена математическая модель инвестиционных рисков, в которой дана имитация процесса финансирования и денежных потоков.

Результирующий показатель модели – степень риска реализации проекта на основе коэффициентов вариации.

В рассматриваемой модели используется среднее квадратическое отклонение, математическое ожидание (MY) и интегральный показатель эффективности проекта (NPV).

Рассмотрим математическое ожидание MY.

Математическое ожидание – итоговое значение прибыли или убытков по внедрению проектов при регулярном их ведении с одинаковым коэффициентом.

Для оценки математического ожидания сгенерируем выборку  $y_1, \dots, y_n$  и получим следующую формулу (1):

$$MY = \bar{y} = \frac{1}{N} \sum_{n=1}^N y_n \quad (1)$$

После нахождения математического ожидания можно указать погрешность его определения в формуле (2):

$$MY = \bar{y} \pm (2 \div 3) \frac{\sigma_y}{\sqrt{N}} \quad (2)$$

Существует среднеквадратическое отклонение, которое характеризует разброс значений относительно среднего (математического ожидания).

Для определения среднего квадратического отклонения при достаточно большом объеме изучаемой совокупности ( $n > 30$ ) существует формула (3):

$$\sigma(x) = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n}} \quad (3)$$

$x_i$ - значение изучаемого признака (варианты),  $n$  – объем статистической совокупности,  $\bar{x}$  – средняя арифметическая величина.

Введем коэффициент вариации ( $K_v$ ), который рассматривается в качестве показателя оценки степени риска. Предпочтение отдается тем инвестиционным проектам, по которым значение коэффициента является более низким, что



свидетельствует о лучшем соотношении дохода и риска. Чем больше значение коэффициента вариации, тем больше неопределенность в отношении получения запланированного результата, а следовательно, и степень риска. Таким образом, рассматривая коэффициент вариации в качестве критерия обоснования решений в условиях риска, следует помнить о том, что направлением экстремума этого критерия будет минимум:  $K_v \rightarrow \min$ . Коэффициент вариации рассчитывается как отношение среднего квадратического отклонения  $\sigma(x)$  к математическому ожиданию дохода (МУ), выраженное в процентах [32].

Получим коэффициент вариации (4) исходя из формул (1) и (3):

$$K_{v(MY)} = \sqrt{\frac{\sum(x_1 - \bar{x})^2}{n}} * \frac{N}{\sum_{n=1}^N y_n} * 100\% \quad (4)$$

Для интерпретации полученного значения коэффициента вариации может быть использована следующая шкала:

1.  $K_v < 10\%$  — малая степень риска;
2.  $10\% < K_v < 25\%$  — средняя степень риска;
3.  $K_v > 25\%$  — высокая степень риска.

Для работы над инвестиционным проектом и просчета рисков, необходимо симитировать процесс финансирования и денежных потоков, определить постоянные затраты. Для того, чтобы построить модель инвестиционных рисков, необходимо определиться с возможными границами риск-переменных.

Значение каждой независимой риск-переменной восстанавливается как аргумент функции распределения вероятностей данной риск-переменной. Значения переменных величин подставляются в модель и рассчитывается интегральный показатель эффективности проекта NPV.

Для расчета показателя эффективности NPV следует формула (5):

$$NPV = \sum_1^n \frac{P_k}{(1+i)^n} - IC \quad (5)$$

$n$  – период расчета;  $P_k$ - денежные потоки за выбранный период;  $i$  – ставка дисконтирования;  $IS$  – размер первоначальных вложений.

Среднее ожидаемое значение представим:

$$\overline{NPV} = \sum_1^n NPV_i * p_i \quad (6)$$

Тогда:

$$\sigma(NPV) = \sqrt{\sum_1^n (NPV_i - \overline{NPV})^2 * p_i} \quad (7)$$

Получим коэффициент вариации, измеряющий степень риска реализации проекта ( $K_v$ ):

$$K_{v(NPV)} = \frac{\sqrt{\sum_1^n (NPV_i - \overline{NPV})^2 * p_i}}{\sum_1^n NPV_i * p_i} * 100\% \quad (8)$$

Таким образом, имея два коэффициента вариации: по математическому ожиданию и по показателю эффективности, выведем модели приближенного равенства/неравенства, которые позволяют наиболее точно сделать вывод о допустимой степени риска рассматриваемого проекта. Возможны 3 исхода (9 - 11):

$$\sqrt{\frac{\sum(x_1 - \bar{x})^2}{n}} * \frac{N}{\sum_{n=1}^N y_n} * 100\% \approx \frac{\sqrt{\sum_1^n (NPV_i - \overline{NPV})^2 * p_i}}{\sum_1^n NPV_i * p_i} * 100\% \quad (9)$$

$$\sqrt{\frac{\sum(x_1 - \bar{x})^2}{n}} * \frac{N}{\sum_{n=1}^N y_n} * 100\% \geq \frac{\sqrt{\sum_1^n (NPV_i - \overline{NPV})^2 * p_i}}{\sum_1^n NPV_i * p_i} * 100\% \quad (10)$$

$$\sqrt{\frac{\sum(x_1 - \bar{x})^2}{n}} * \frac{N}{\sum_{n=1}^N y_n} * 100\% \leq \frac{\sqrt{\sum_1^n (NPV_i - \overline{NPV})^2 * p_i}}{\sum_1^n NPV_i * p_i} * 100\% \quad (11)$$

Результаты стоит интерпретировать таким образом, что сравнение данных коэффициентов позволяет оценивать риск не только рассматриваемого инвестиционного проекта, но и всего предприятия в целом, анализируя динамику его доходов за определенный отрезок времени. Именно модель расчета вариации через математическое ожидание и через NPV позволяет проанализировать все варианты и не ошибиться в принятии стратегического решения. Сравнение план-факта в области данных всегда позволяет отметить разницу и вариативность полученных значений, что и позволяет нам увидеть данная модель [61].

Таким образом, анализ технологии создания и использования цифровых двойников показывает, что основой для их существования являются имитационные модели, что является частным случаем математического моделирования. Созданная модель позволяет исследовать оценку инвестиционных рисков; конкретизировать формы и методы финансового управления, а также разработать эффективные стратегии оперативного и стратегического характера по обеспечению надлежащего уровня экономической безопасности и развития предприятия.

## **2.3 РЕЗУЛЬТАТЫ И ВЫВОДЫ ВТОРОЙ ГЛАВЫ**

Рассмотрены инструменты создания цифровых двойников, готовые примеры моделей. Выявленная проблема – нехватка актуального цифрового двойника с использованием визуализации, в основе которого лежит модель для просчета рисков. Текущие решения не удовлетворяют в разных областях, например, недостаток наглядности или сложность в обслуживании. Разработана математическая модель на основе коэффициентов вариации, которая позволит оценить степень инвестиционных рисков благодаря параметрам важным для бизнеса. Собственная разработка повышает имидж компании, лояльность клиентов и простоту в использовании, а также возможность изменить входные данные в любой момент.

### **3 ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЦИФРОВОГО ДВОЙНИКА ОРГАНИЗАЦИИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ВИЗУАЛИЗАЦИИ НА ОСНОВЕ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ В ОБЛАСТИ УПРАВЛЕНИЯ РИСКАМИ**

#### **3.1 МОДЕЛЬ АРХИТЕКТУРЫ ПРЕДПРИЯТИЯ**

Для анализа было выбрано предприятие ООО «ДИАР Групп». Компания была основана в июле 2010 года в Москве.

Отметим кратко основные этапы истории создания и деятельности компании. Создание компании ООО «ДИАР Групп». Первые проекты и рекомендации от довольных клиентов, которые позволяли компании прирастать в выручке каждый год минимум на 40%. В 2014 году вместе с количеством клиентов растет количество сотрудников и руководителей. Принято решение оформлять всех официально в штат. В 2017 году был открыт филиал в США. Компетентность и количество сотрудников позволяет работать не только с клиентами по России и ближнему зарубежью, но и с другими континентами, например, Северная Америка с возможностью живой встречи. В 2021 году возникло переосмысление миссии, более 30 человек в штате почти во всех часовых поясах по России. Усиление системы обучения и развития сотрудников. Создание дополнительных сервисов и каналов поддержки для клиентов

В ходе проектных работ компания руководствуется ценностями Agile:

- люди и взаимодействие важнее процессов и инструментов;
- работающий продукт важнее исчерпывающей документации;
- сотрудничество с заказчиком важнее согласования условий контракта;
- готовность к изменениям важнее следования первоначальному плану.

Поэтому предприятие применяет различные технические средства и выстраивает процессы, руководствуясь потребностями сотрудников предприятия, а не ограниченным набором функционала универсальной системы 1С и заложенными в нее «лучшими практиками управления и учета» [53].

И главное, компания старается использовать все открывающиеся в ходе проекта возможности, чтобы выстроить так бизнес-процессы предприятия, чтобы автоматизация на базе «1С: ERP Управление предприятием» была не затратным мероприятием с календарной и финансовой точки зрения, а была продуманной инвестицией в будущий рост эффективности предприятия.

Видами деятельности является предварительная консультация по поставке программных продуктов, по имеющемуся функционалу продуктов, по внедрению сервисов, поставка программных продуктов, настройка и адаптация программных продуктов под потребности Заказчика (1С: Технология стандартного внедрения), информационно-технологическое сопровождение (1С: ИТС), проектные работы, технологические работы [21].

Риски:

- нестабильные операции по счетам;
- невысокая рентабельность;
- потеря потенциальных потребителей;
- значительные обязательства;
- неактуальность.

### 3.1.1 Бизнес – стратегия предприятия

Стратегия организации.

Стратегической целью компании является формирование стабильной платформы заказчикам для достижения желаемой картины эффективной работы предприятия на уровне диаграмм и оптимизированных процессов, а посредством применения комплексных проектов автоматизации управления и учета на базе программных продуктов 1С, переложить картину в ежедневную работу подразделений в информационной системе.

Миссия организации.

«Повышение эффективности деятельности российских предприятий возможно только через оптимизацию существующих бизнес-процессов и техническое перевооружение».

Ценности компании:

Главная ценность компании и основа ее успеха – долгосрочные партнерские отношения с клиентами. А также, компания ориентирована на развитие и рост с целью достижения и удержания лидерства на рынке внедрения проектов 1С, стремление к постоянному совершенствованию в данной сфере, обеспечение высшего качества обслуживания, а также синергетического эффекта, повышение технико-экономического уровня действующих предприятий и отдельных производств.

Стратегические задачи:

- привлечение новых форм сотрудничества с основными заказчиками, реализация проектов, которые позволят удерживать лидирующие позиции на рынке;
- формирование более широкого предложения за счет освоения нового конкурентоспособного ассортимента;
- повышения точности и оперативности работы по заказам;
- освоение новых методик внедрения проектов.

На рисунке 14 представлена связь миссии, целей и задач.

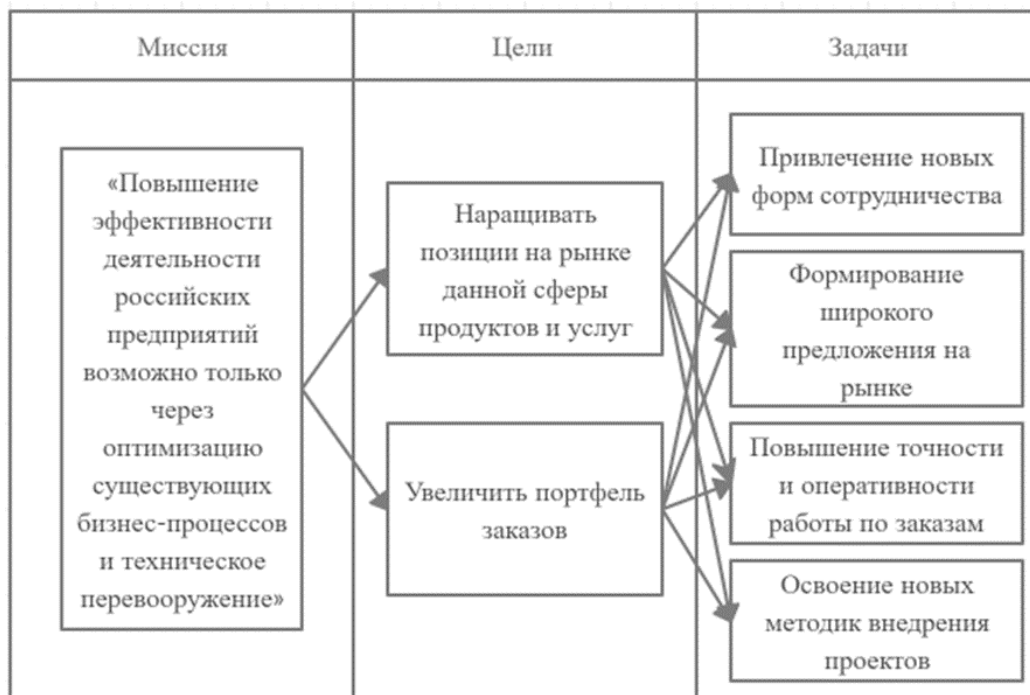


Рисунок 14 - Связь миссии, целей и задач<sup>4</sup>

На рисунке 15 представлена связь стратегических целей и задач.

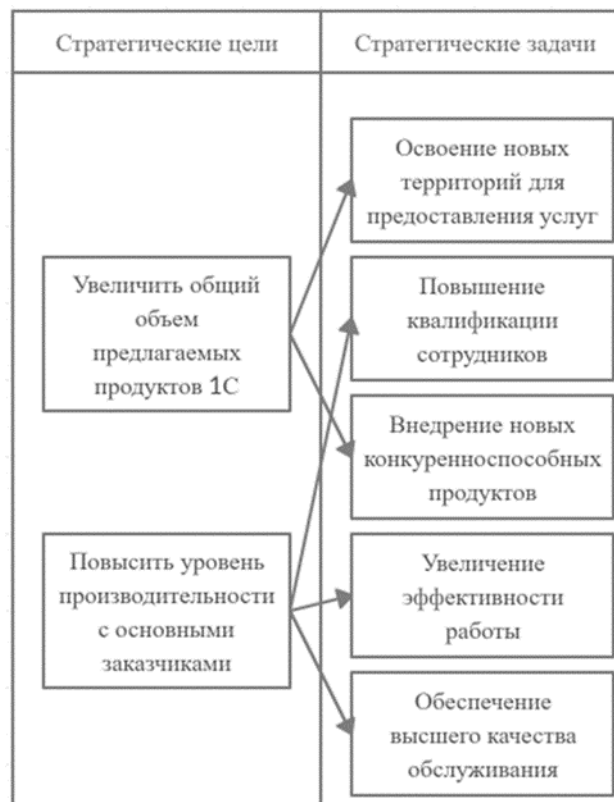


Рисунок 15 - Связь стратегических целей и задач<sup>5</sup>

<sup>4</sup> Составлено автором по: [47]

<sup>5</sup> Составлено автором по: [47]

На рисунке 16 представлены стратегические задачи компании, стратегические требования, без которых они не сработают и ключевые показатели факторов успеха.



Рисунок 16 - Факторы успеха<sup>6</sup>

Бизнес – процессы и бизнес – стратегии тесно связаны между собой, для этого создана матрица связей в таблице 4.

Таблица 4 - Матрица связей бизнес-процессов и бизнес-стратегий<sup>7</sup>

№	Процесс	Бизнес-стратегия предприятия	
		Повысить уровень производительности с основными заказчиками	Увеличить общий объем предлагаемых продуктов 1С
1	Стратегическое планирование	+	+

<sup>6</sup> Составлено автором по: [47]

<sup>7</sup> Составлено автором по: [47]



Окончание таблицы 4

№	Процесс	Бизнес-стратегия предприятия	
		Повысить уровень производительности с основными заказчиками	Увеличить общий объем предлагаемых продуктов 1С
2	Планирование бюджета	+	+
3	Управление рисками	+	+
4	Управление персоналом	+	
5	Управление развитием	+	+
6	Управление качеством внедрения продуктов		+
7	Выполнение предварительных консультаций	+	+
8	Выполнение технологии стандартного внедрения		+
9	Предоставление дополнительных услуг	+	+
10	Материально-техническое обеспечение		+
11	ИТ - обеспечение		+
12	Финансовая деятельность	+	+

Из таблицы 4 видно, что бизнес – стратегия «Увеличить общий объем предлагаемых продуктов 1С» в большей степени связана с бизнес – процессами компании.

### 3.1.2 Бизнес – архитектура предприятия

Далее рассмотрим модель бизнес – процессов компании, которая представлена на рисунке 17 и включает в себя три основные группы процессов.



Рисунок 17 - Бизнес-процессы компании<sup>8</sup>

Бизнес-процессы и бизнес-функции тесно связаны друг с другом. За каждым определенным процессом стоит своя функция. Так, за процессами менеджмента стоит функция управления основной деятельностью предприятия. За основными процессами стоит функция продажи и предоставления услуг и за процессами обеспечения – обеспечение функционирования процессов предприятия. Связь бизнес – процессов и бизнес – функций представлена на рисунке 18.

<sup>8</sup> Составлено автором по: [47]

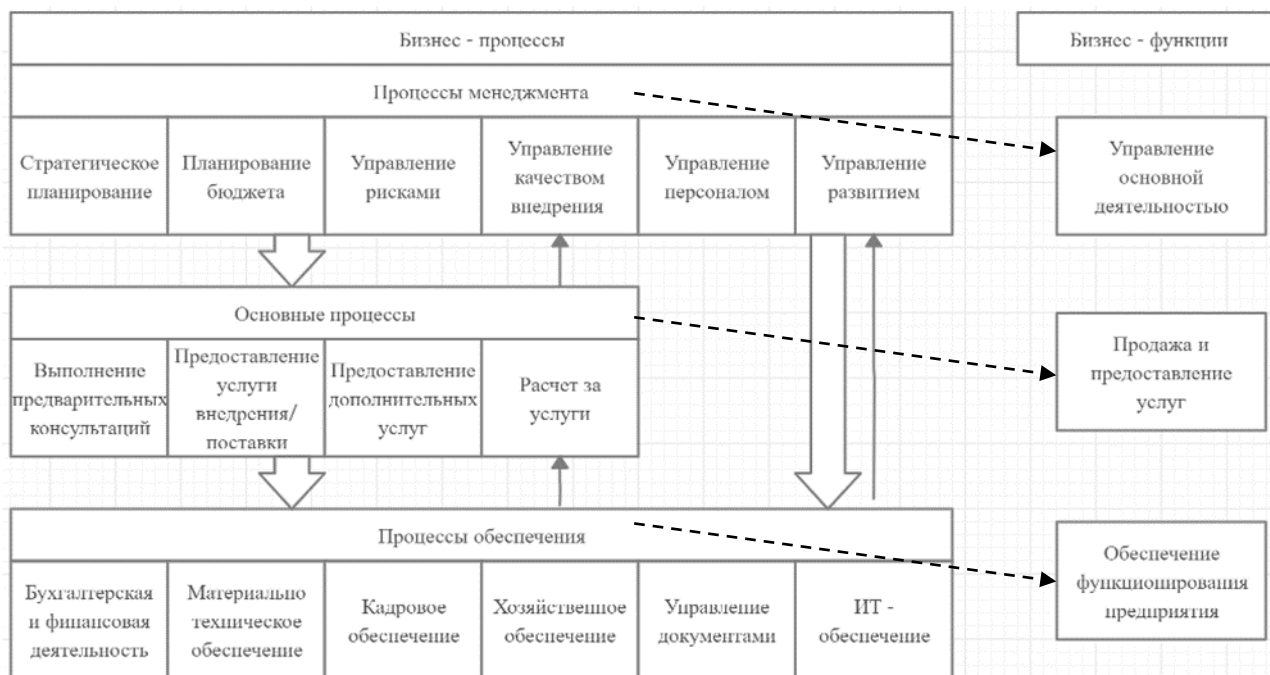


Рисунок 18 - Связь бизнес-процессов и бизнес-функций<sup>9</sup>

На рисунке 19 представлена организационная структура предприятия.



Рисунок 19 - Организационная структура предприятия

В таблице 5 представлена матрица распределения ответственности.

<sup>9</sup> Составлено автором по: [47]

Таблица 5 - Матрица распределения ответственности

№	Процесс	Краткое описание	Ответственный за процесс, должность							
			Директор	Ведущий юрист	Главный бухгалтер	Руководитель проекта	Менеджер по работе с заказчиками	Аналитик	Программист	
1	Планирование бюджета	Обеспечение планирования на календарный период, расчет доходов и расходов.	+		+					
2	Управление качеством услуг	Выполнение услуг путём выполнения контроля качества.	+			+			+	+
3	Стратегическое планирование, управление рисками и развитием	Наличие целостной системы менеджмента, направленной на выполнение и достижение целей предприятия, и удовлетворение требований потребителей.	+			+				

Продолжение таблицы 5

№	Процесс	Краткое описание	Ответственный за процесс, должность						
			Директор	Ведущий юрист	Главный бухгалтер	Руководитель проекта	Менеджер по работе с заказчиками	Аналитик	Программист
4	Продвижение и реклама	Продвижение на разных площадках, холодные звонки					+		
5	Материально – техническое обеспечение, ИТ – обеспечение	Обеспечение бесперебойной работы приложений, функционирующих в организации, подготовка оборудования.				+		+	+
6	Управление персоналом	Проведение семинаров на сплочение коллектива, обучение работе в команде.	+			+			
7	Продажа услуг	Продажа услуг потенциальном у заказчику.					+		

Окончание таблицы 5

№	Процесс	Краткое описание	Ответственный за процесс, должность						
			Директор	Ведущий юрист	Главный бухгалтер	Руководитель проекта	Менеджер по работе с заказчиками	Аналитик	Программист
8	Бухгалтерская и финансовая деятельность	Контроль выставления и оплаты счетов, учет з/п, исполнение действующих смет.			+				
9	Управление документами	Прием, учёт, внесение изменений, согласование договоров, обеспечение сохранности.		+					
10	Хозяйственное обеспечение	Снабжение, учет, обеспечение обслуживания, соблюдение правил пожарных ситуаций.	+			+			

Из таблицы 5 видно, что бизнес – процессы связаны с каждым участником организационной структуры предприятия.

На рисунке 20 отображена модель процессов управления.

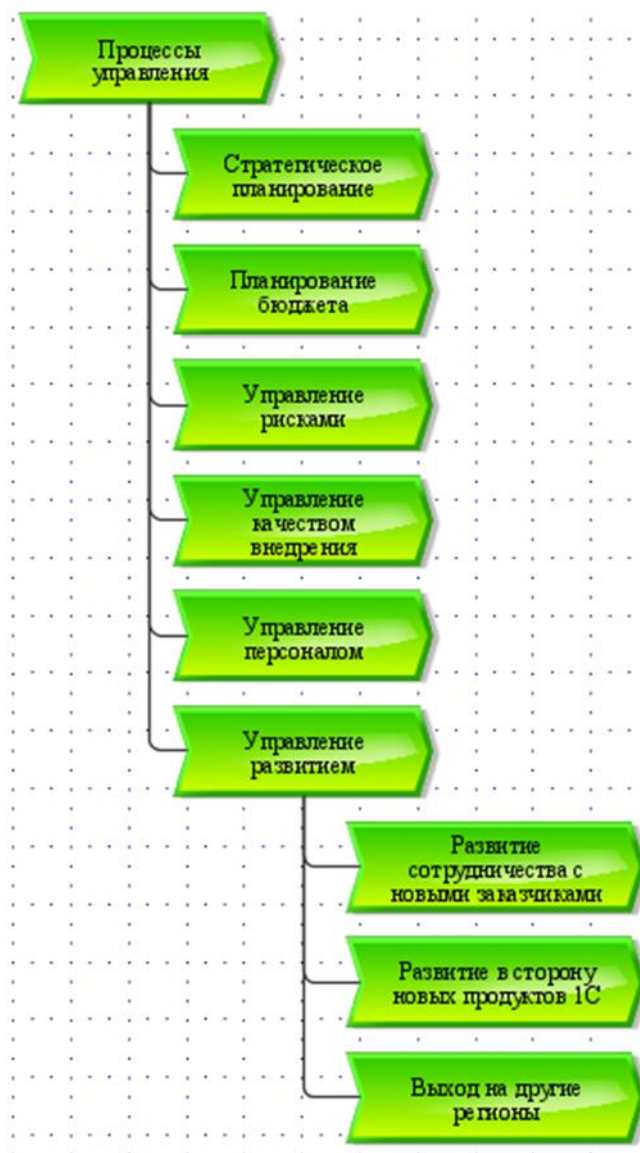


Рисунок 20 - Модель процессов управления<sup>10</sup>

На рисунке 21 отображена модель основных процессов.

<sup>10</sup> Составлено автором по: [47]

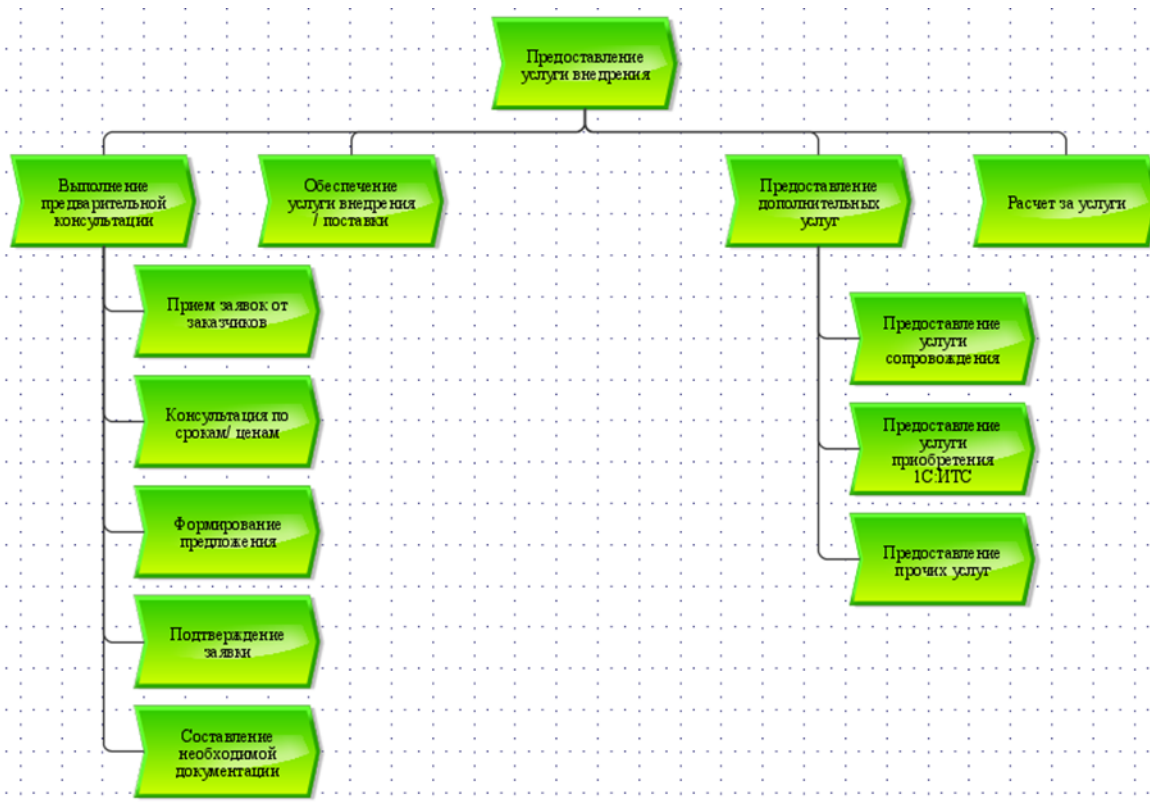


Рисунок 21 - Модель основных процессов<sup>11</sup>

На рисунке 22 отображена модель обеспечивающих процессов.<sup>12</sup>



Рисунок 22 - Модель обеспечивающих процессов

<sup>11</sup> Составлено автором по: [47]

<sup>12</sup> Составлено автором по: [47]



На рисунке 23 представлены услуги и продукты компании ООО «ДИАР Групп».



Рисунок 23 - Продукты и услуги предприятия

### 3.1.3 Архитектура приложений предприятия

В наше время предусмотрена масса разнообразного программного обеспечения для самых различных функций. Автоматизировать деятельность компании помогают множество приложений. На рисунке 24 представлены приложения, которые используются на предприятии.



Рисунок 24 - Приложения

В таблице 6 представлена матрица связей бизнес – процессов и приложений.

Таблица 6 - Матрица связей бизнес-процессов и приложений<sup>13</sup>

Бизнес-процессы	Приложения			
	1С: Предприятие	MS Project	Mango Talker	Microsoft Office
Планирование бюджета	+	+		+
Управление качеством услуг	+			+
Стратегическое планирование, управление рисками и развитием	+	+		+
Продвижение и реклама	+		+	+
Материально техническое обеспечение, ИТ - обеспечение	+			+
Управление персоналом	+		+	+
Продажа услуг	+		+	+
Бухгалтерская и финансовая деятельность	+			+
Управление документами	+			+
Хозяйственное обеспечение	+			+

<sup>13</sup> Составлено автором по: [47]

Из таблицы 6 видно, что бизнес – процессы и приложения плотно связаны между собой и находят применение в каждой сфере.

В таблице 7 представлена матрица взаимодействия ИС и участников их использования.

Таблица 7 - Матрица взаимодействия ИС и участников их использования

Участники использования	Приложения			
	1С: Предприятие	MS Project	Mango Talker	Microsoft Office
Директор	+	+	+	+
Ведущий юрист	+			+
Главный бухгалтер	+			+
Руководитель проектов	+	+	+	+
Менеджер по работе с заказчиками	+		+	+
Аналитик	+		+	+
Программист	+			+

Проанализировав таблицу 7, можно сказать, что почти все приложения используются сотрудниками в полном составе.

### 3.1.4 ИТ – инфраструктура предприятия

На рисунке 25 представлена схема инфраструктуры компании.

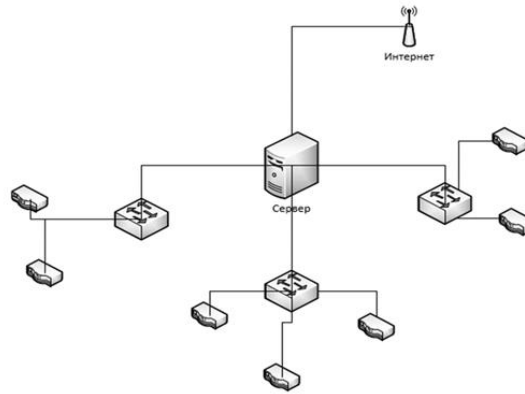


Рисунок 25 - Схема инфраструктуры компании

### 3.1.5 Полная модель архитектуры предприятия

На 26 рисунке представлена полная модель архитектуры предприятия, включающая в себя стратегический уровень: бизнес-стратегию компании, операционный уровень: бизнес-архитектуру, приложения, хранилища: архитектуру приложений и ИТ-инфраструктуру [58].

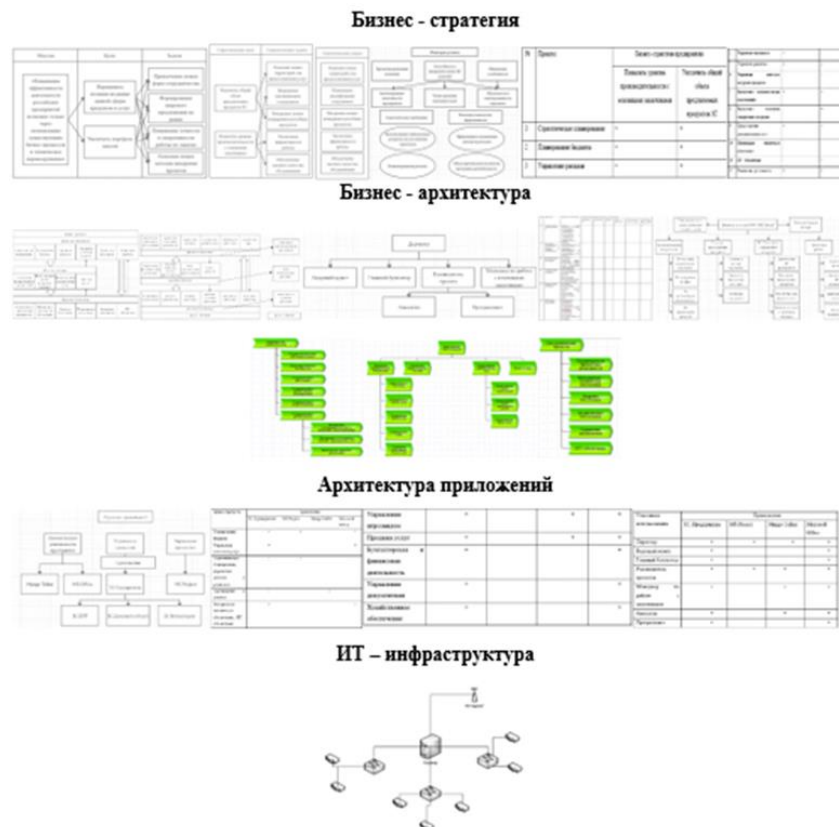


Рисунок 26 - Полная модель предприятия

Таким образом, в подразделе 3.1 была рассмотрена полная модель архитектуры предприятия ООО «ДИАР Групп».

### **3.2 МОДЕЛЬ БИЗНЕС – ПРОЦЕССА AS IS**

Модель AS-IS — это модель «как есть», т. е. модель существующего процесса/функции. Обследование процессов является обязательной частью любого проекта создания или развития системы. Построение функциональной модели AS-IS позволяет четко зафиксировать какие информационные объекты используются при выполнении функций различного уровня детализации. Анализ функциональной модели позволяет понять, где находятся наиболее слабые места, в чем будут состоять преимущества новых бизнес-процессов и насколько глубоким изменениям подвергнется существующая структура организации бизнеса. Детализация бизнес-процессов позволяет выявить недостатки организации даже там, где функциональность на первый взгляд кажется очевидной. Найденные в модели AS-IS недостатки можно исправить при создании модели TO-BE (как будет) — модели новой организации бизнес-процессов. На основе анализа текущих процессов была создана следующая AS-IS модель, которая позволяет выделить и систематизировать процессы, протекающие в данной системе при её функционировании.

Одной из функций ООО «ДИАР Групп» является «Управление рисками в ИТ - компании». Данный процесс состоит из 5 этапов, которые подразделяются на подэтапы и представлены на рисунке 27. Модель бизнес-процесса на верхнем уровне выполнена в нотации Process Landscape методологии Aris, инструментарий Aris Express. В нотации BPMN модель процесса представлена на рисунке 28.

Более детально в нотации EPC методологии Aris рассмотрена модель процесса «Управление рисками в ИТ - компании» на рисунке 29 [57].

В таблице 8 представлены характеристики процесса.

Таблица 8 - Характеристики процесса AS-IS

№	Характеристика	Описание
1.	Название	Цифровой двойник организации
2.	Цель процесса	Принятие оптимального управленческого решения на стадии планирования в области управления рисками.
3.	Последовательность операций	1. Обнаружение рисков 2. Анализ и оценка рисков 3. Разработка плана ответных мер 4. Планирование управления рисками 5. Мониторинг и управление рисками
4.	Участники процесса	Сотрудники организации
5.	Владелец процесса	Финансовый директор (главный бухгалтер по штатному расписанию)
6.	Входящая информация	Информация о текущем состоянии предприятия, стратегические цели и задачи. Финансовый анализ, исследовательские материалы, анализ предприятия, существующие риски в компании, цели/задачи, бюджетирование/планирование.
7.	Исходящая информация	Оптимальное управленческое решение.
8.	Ресурсы, необходимые для выполнения процесса	Project Expert; MS Excel.
9.	Показатели эффективности процесса	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Завоевание хорошей репутации на рынке;</li> <li>– Стабильное финансовое и материальное положение;</li> <li>– Высокая рентабельность и доходность;</li> <li>– Низкая дебиторская и кредиторская задолженность;</li> <li>– Грамотное планирование всех областей.</li> </ul>
10.	Риски процесса	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Возникновение недопонимания с сотрудниками компании</li> <li>- Нестабильные операции по счетам;</li> <li>- Невысокая рентабельность;</li> <li>- Ошибки в планировании работ;</li> <li>- Значительные обязательства.</li> </ul>

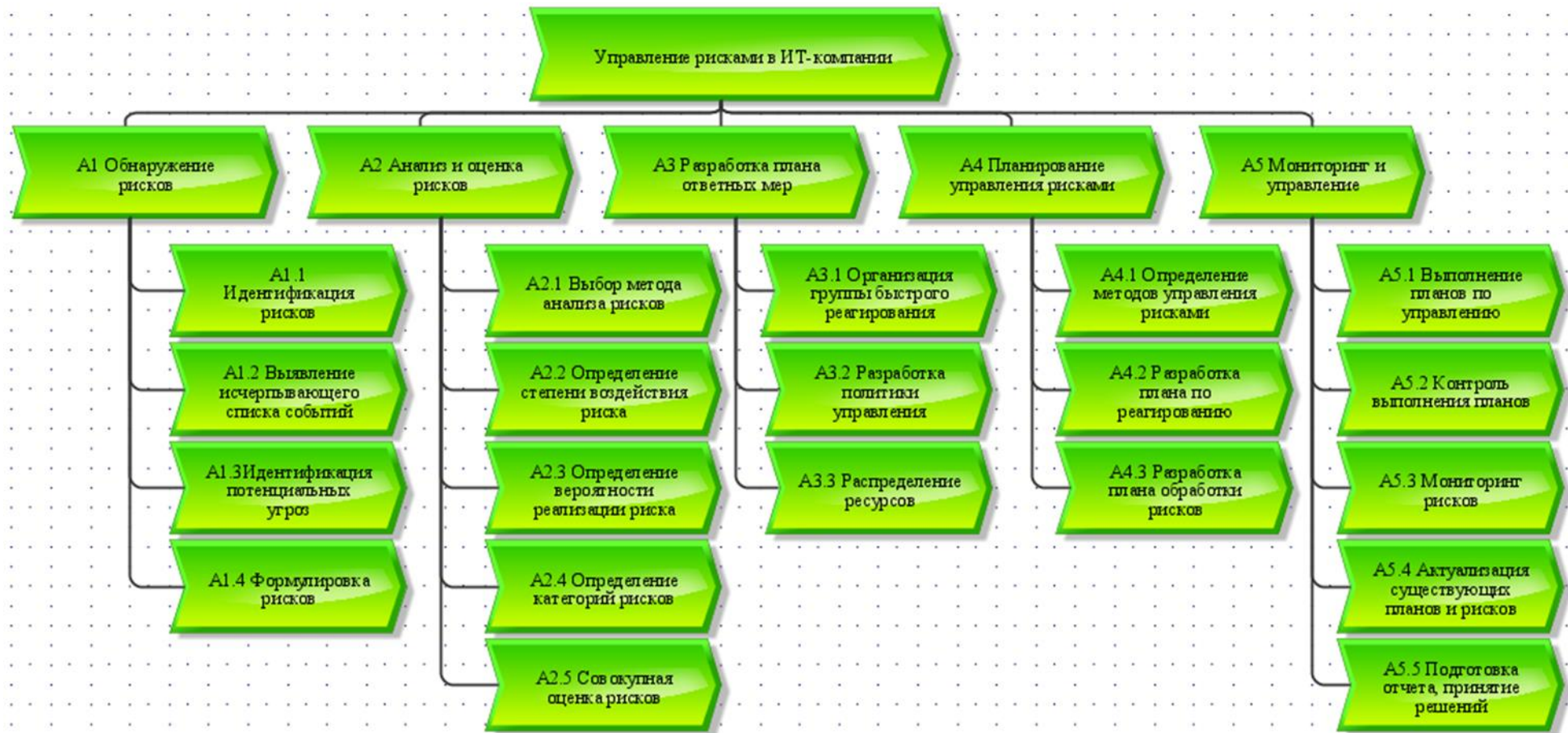


Рисунок 27 - Модель бизнес-процесса AS-IS

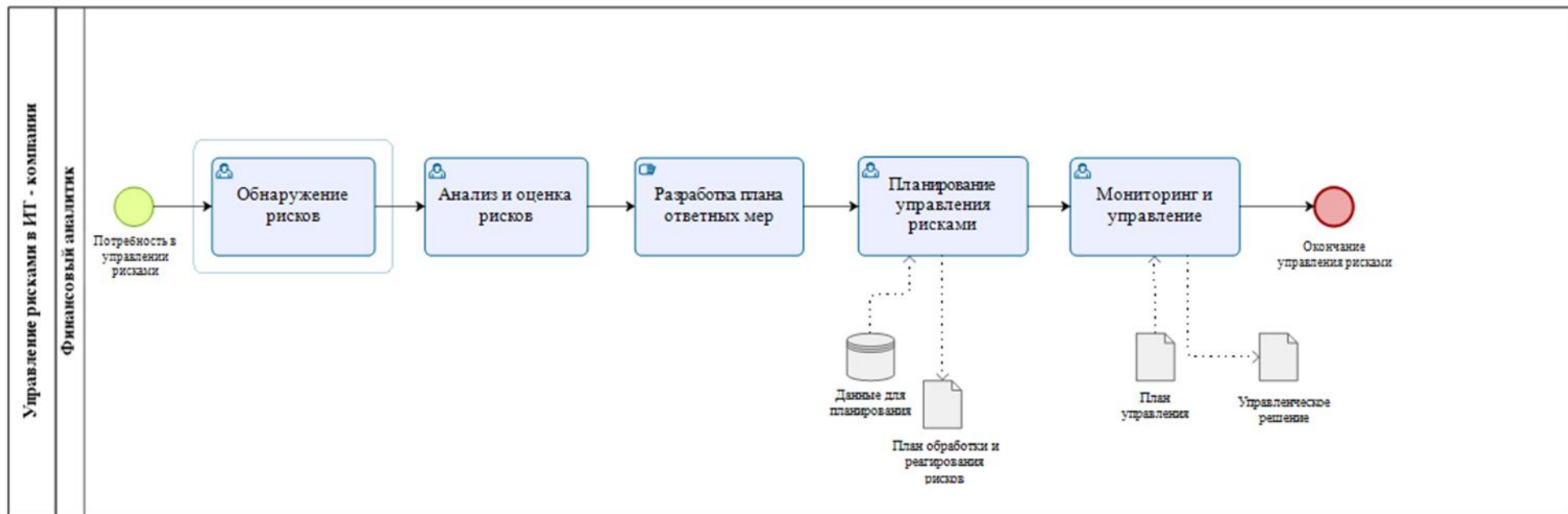


Рисунок 28 - Модель бизнес-процесса AS-IS в нотации BPMN



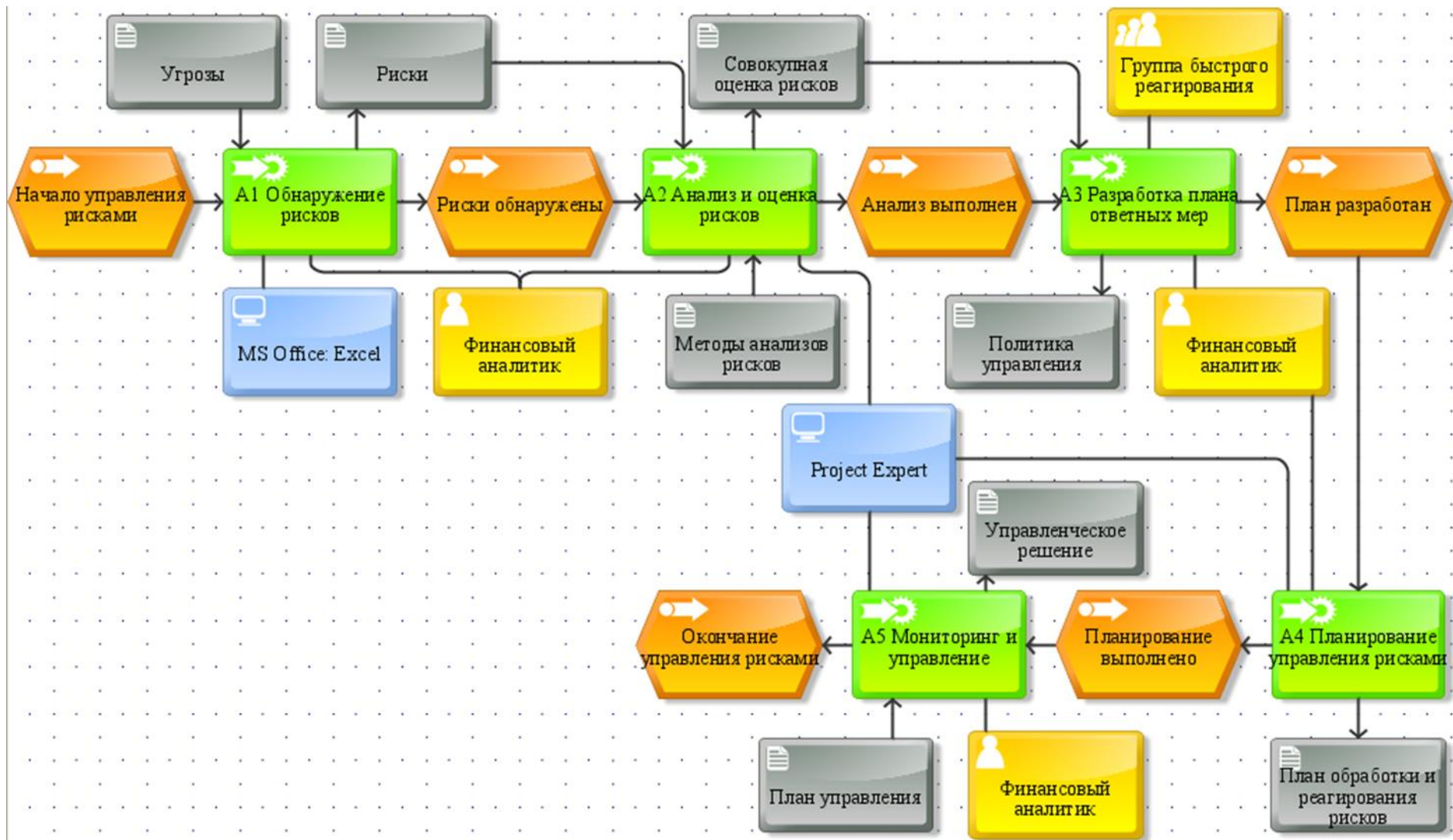


Рисунок 29 - Модель бизнес-процесса AS-IS в нотации EPC

Этапы 4 и 5 отнимали много рабочего времени у сотрудников, которые были задействованы в нем, а также на выходе расчеты являлись затруднительными для восприятия и не позволяли в точности дать верные ответы. На данных этапах не выполнялась главная задача - поддержка принятия оптимальных управленческих решений на стадиях планирования, мониторинга и анализа как Компании в целом, так и области управления рисками. Компания руководствуется финансовым анализом и прочими исследованиями, наблюдениями, что не позволяет в полной мере принимать важные и верные решения. Таким образом выявленная проблема – нехватка визуализации с помощью доступного цифрового двойника процесса управления рисками на основе математической модели.

### **3.3 МОДЕЛЬ БИЗНЕС – ПРОЦЕССА TO BE**

Модель TO-BE создается на основе анализа модели AS-IS, с устранением недостатков в существующей организации бизнес-процессов, а также с их совершенствованием и оптимизацией. Это достигается за счет устранения выявленных на базе анализа AS IS узких мест.

Анализ может проводиться как по формальным признакам (отсутствие выходов или управления, отсутствие обратных связей и т.д.), так и по неформальным – на основе знаний предметной области.

На рисунке 30 отображена модель бизнес-процесса to-be на верхнем уровне, выполненная в нотации Process Landscape методологии Aris [60]. На рисунке 31 отображена модель бизнес-процесса to-be на верхнем уровне, выполненная в нотации BPMN.

Более детально в нотации EPC методологии Aris рассмотрена модель процесса TO-BE «Управление рисками компании» на рисунке 32.

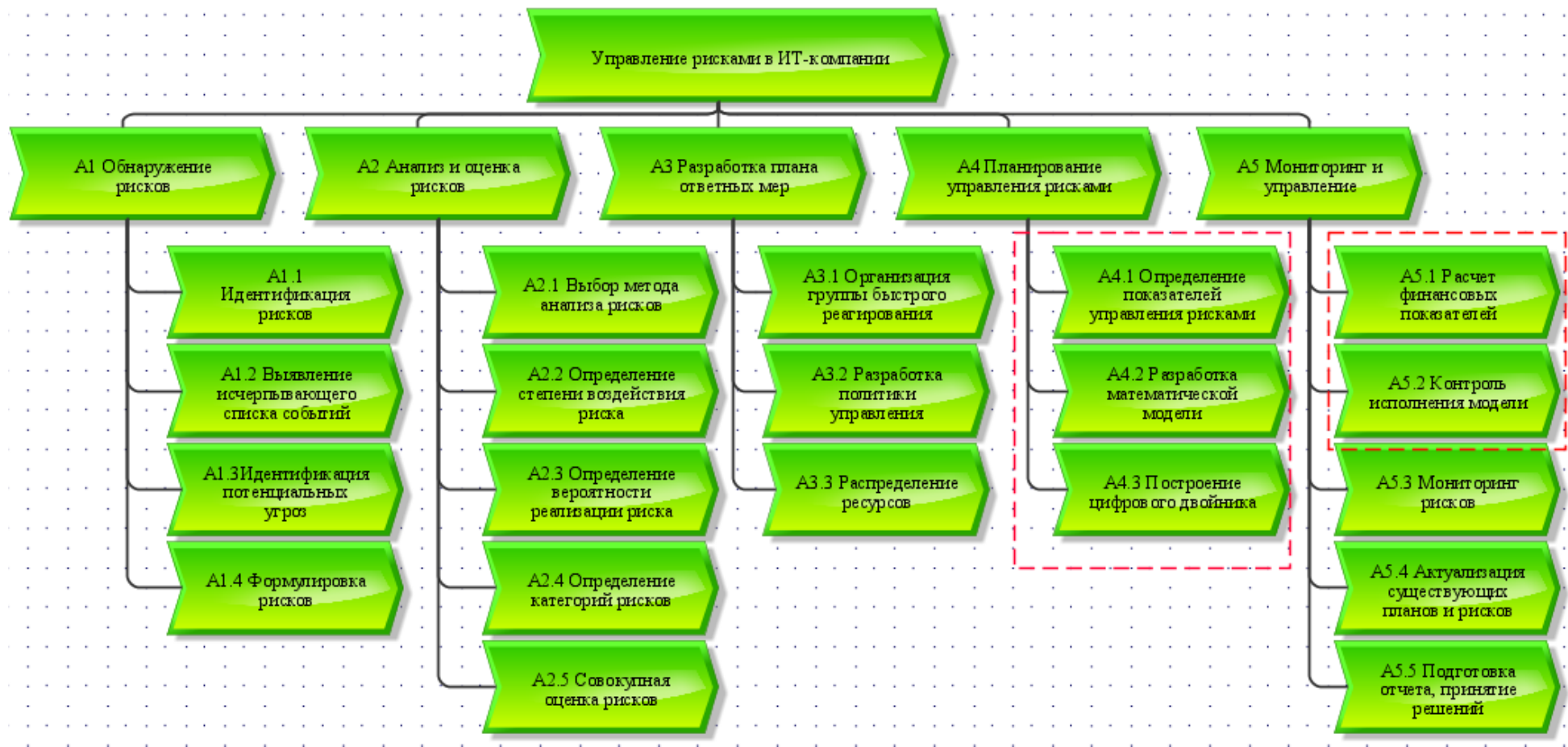


Рисунок 30 - Модель бизнес-процесса TO-BE

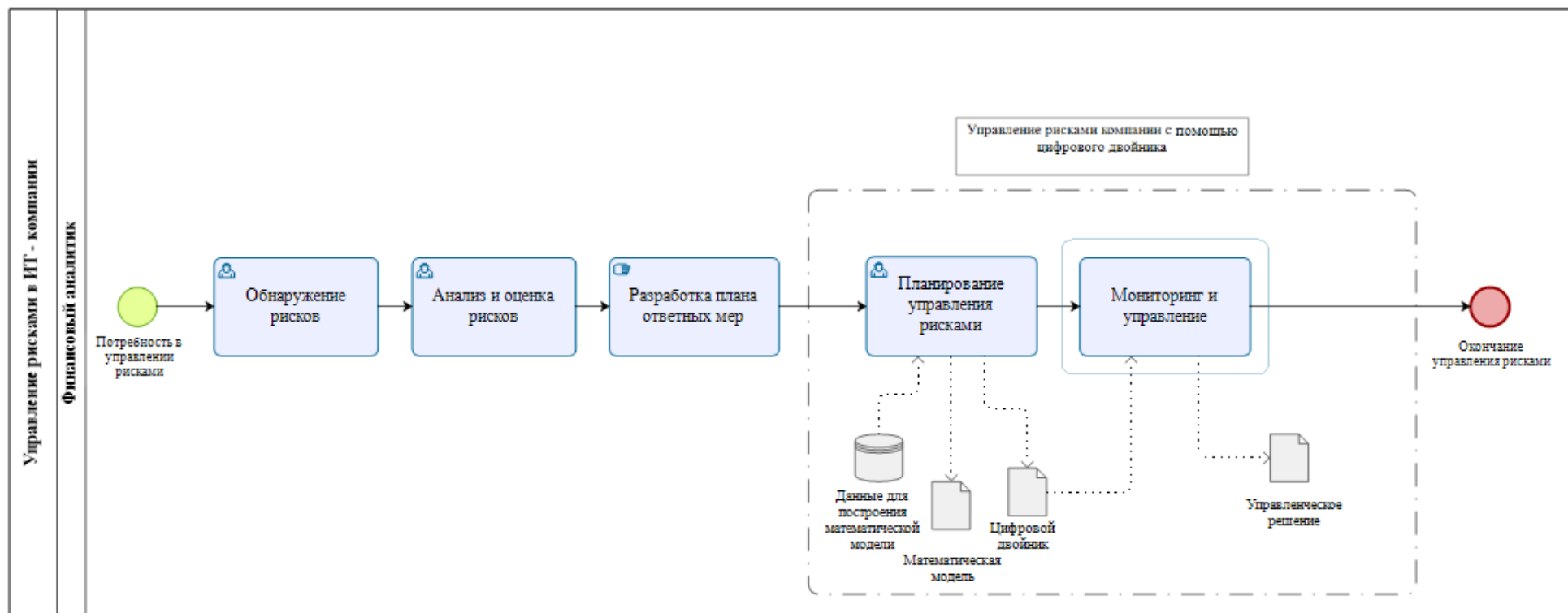


Рисунок 31 - Модель бизнес-процесса TO-BE в нотации BPMN

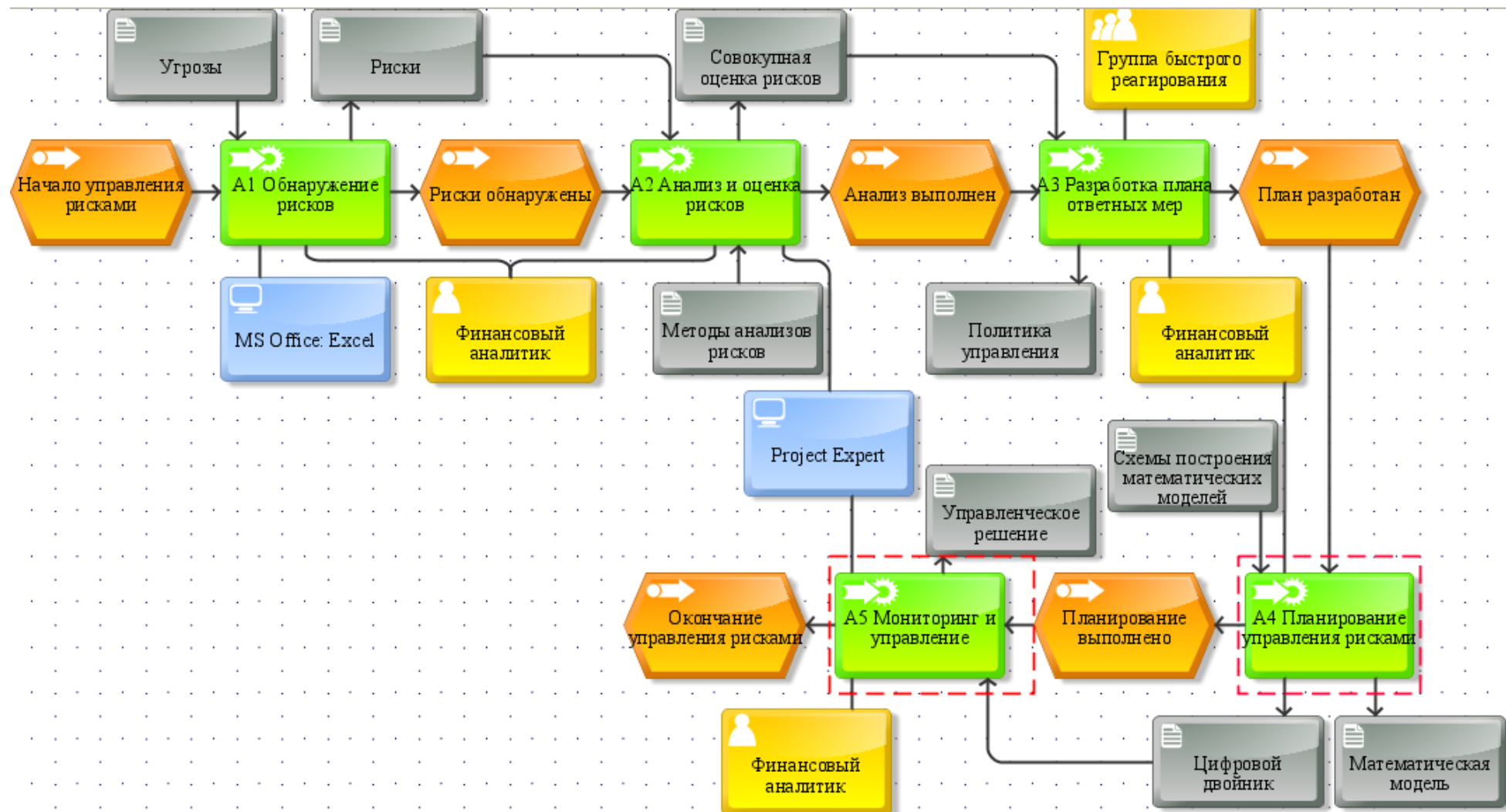


Рисунок 32 - Модель бизнес-процесса TO-BE в нотации EPC

Из рисунков 30–32 можно увидеть, что сокращение подэтапов говорит о сокращении временных ресурсов по сравнению с моделью ранее. Так, данные просчитываются моментально и появляется возможность увидеть нужные показатели в наглядном виде, за счет чего можно быстро сориентироваться по нужной информации и сделать выводы. Также математические расчеты всегда являются более точными, нежели аналитическая работа сотрудника.

### **3.4 РАЗРАБОТКА ЦИФРОВОГО ДВОЙНИКА МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ**

Цель цифрового двойника – повысить эффективность принятия стратегических решений в области управления рисками на основе представления точных визуализированных расчетов благодаря математической модели инвестиционных рисков.

Назначение: двойник предназначен для контроля качества процесса, принятия более быстрых и эффективных решений в финансовом плане: правильно ли рассчитывается стоимость, что может на нее повлиять и прочее. Данная технология позволит избежать финансовых потерь, снизить расходы, повысить производительность и эффективность работы, помогая высшему руководству наглядно и четко видеть все необходимые данные и стимулируя к профессиональной деятельности.

Целевая аудитория – высший менеджмент, финансовый отдел, бухгалтерия.

Задачи цифрового двойника:

- возможность круглосуточной демонстрации данных;
- возможность предоставления данных в визуализированном виде;
- возможность получения точных математических расчетов.

Функциональные требования.

К функциональным требованиям относят:

1. Бизнес-требования:

Что система должна делать с точки зрения бизнеса? В данном случае: визуальная веб-страница, которая представляет собой имитацию процесса просчета инвестиционных рисков. Следовательно, благодаря чему можно сэкономить время, снизить непредвиденные расходы и повысить рейтинг компании, эффективность принятия решений.

## 2. Пользовательские требования:

Описывают цели/задачи пользователей системы, которые должны достигаться/выполняться пользователями при помощи создаваемой программной системы.

Визуально страница должна быть разделена на несколько блоков, которые подразумевают ввод или просчет показателей для достижения точного расчета степени риска проекта. Пользователь вводит необходимые значения и получает наглядный результат.

Интерфейс пользователя должен быть интуитивно понятным, удобным, грамотно продуманным для пользователя.

## 3. Функциональные требования:

В данном случае страница должна открываться на всех персональных компьютерах. Например, Acer, Lenovo, MacBook, Asus и др. Разрабатываемый функционал должен соответствовать всем требованиям, описанным в этом разделе.

### К нефункциональным требованиям:

Как правило, говоря о нефункциональных требованиях, чаще всего говорят об атрибутах качества (т. е. требованиях, определяющих качественные характеристики разрабатываемого программного обеспечения или системы, такие как производительность, надежность, масштабируемость), не обращая внимания на другие виды нефункциональных требований, а именно:

Ограничения — условия, ограничивающие выбор возможных решений по реализации отдельных требований или их наборов. Они существенно ограничивают выбор средств, инструментов и стратегий при разработке внешнего вида и структуры (в т. ч. архитектуры) продукта или системы [43].

В данном проекте ограничениями выступают:

- потребители должны пользоваться персональными компьютерами, поддерживающими выход в интернет.

Бизнес-правила — политика, руководящие принципы или положения, которые определяют или ограничивают некоторые аспекты бизнеса, в т. ч. правила, определяющие состав и правила выполнения определенных бизнес-процессов. К бизнес-правилам относятся корпоративные политики, правительственные постановления, промышленные стандарты и вычислительные алгоритмы, которые используются при разработке продукта или системы либо непосредственно влияют на разработку [41].

В данном проекте: «Веб-страница должна быть доступна пользователям вышестоящего руководства».

Что касается атрибутов качества то, это:

- легкость и простота использования. Интерфейс должен быть не перегружен и интуитивно понятным;
- веб – страница должна быть доступна 24 часа в сутки 7 дней в неделю;
- веб – страница должна работать быстро;
- пропускная способность. Она должна выдерживать несколько пользователей одновременно;
- должна быть возможность сопровождения, поддержки работоспособности: исправление ошибок, обновление данных;
- страница пишется с помощью средств веб-разработки, а потом транслируется на нативные языки платформы.

При разработке интерфейса следует учитывать примерные модели дизайна (рисунок 33–34).



### Наши услуги

Lorem Ipsum - это текст-"рыба", часто используемый в печати и веб-дизайне. Lorem Ipsum является стандартной "рыбой" для текстов на латинице с начала XVI века.

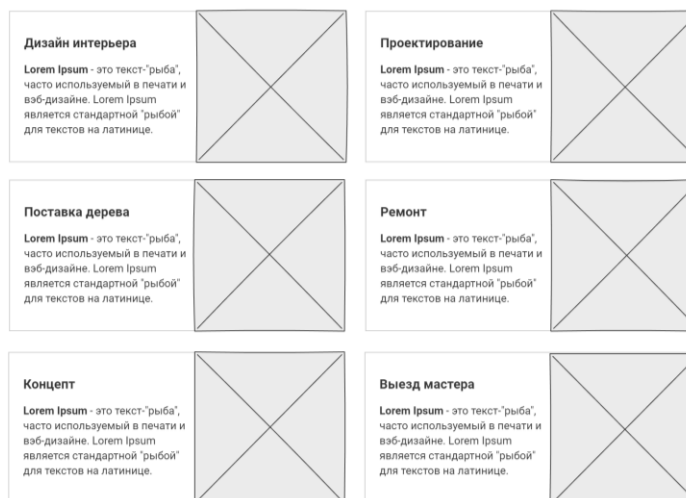


Рисунок 33 - Модель дизайна



Рисунок 34 - Модель дизайна

Клиентская сторона пользовательского интерфейса к программно-аппаратной части цифрового двойника представлена на рисунках 35–38.

## Цифровой двойник организации в области управления рисками

### Коэффициент вариации (MY)

MY

$\sigma(x)$

$K_{v(MY)}$

### Коэффициент вариации (NPV)

NPV   $i$

$\sigma(NPV)$    $N$

$K_{v(NPV)}$    $IC$

NPV

### Сравнение коэффициентов

$K_{v(MY)} ? K_{v(NPV)}$

- $K_v < 10\%$  — малая степень риска
- $10\% < K_v < 25\%$  — средняя степень риска
- $K_v > 25\%$  — высокая степень риска

Рисунок 35 - Клиентская сторона

### Коэффициент вариации (MY)

MY

$\sigma(x)$

$K_{v(MY)}$

Рисунок 36 - Расчет коэффициента вариации

### Коэффициент вариации (NPV)

NPV	i
<input type="text" value="258000"/>	<input type="text" value="0.15"/>
$\sigma$ (NPV)	N
<input type="text" value="23000"/>	<input type="text" value="2"/>
$K_{NPV}$	IC
<input type="text" value="8.91"/>	<input type="text" value="1000000"/>
	P(1)
	<input type="text" value="900000"/>
	P(2)
	<input type="text" value="900000"/>
	NPV
	<input type="text" value="463138.00"/>

Рисунок 37 - Расчет коэффициента вариации

### Сравнение коэффициентов

$K_{V(MM)} < K_{V(NPV)}$

- $K_v < 10\%$  — малая степень риска
- $10\% < K_v < 25\%$  — средняя степень риска
- $K_v > 25\%$  — высокая степень риска

Рисунок 38 - Получение результатов

Программно-аппаратная часть, отвечающая за функционирование его внутренней части представлена на рисунках 39–42.

```
<div class="border-bottom py-3">
  <h3 class="text-center text-sm-start">Коэффициент вариации (NPV)</h3>
  <div class="row flex-sm-row-reverse flex-row">
    <div class="col-sm-6 col-12">
      <div class="form-group mb-3">
        <label for="i">i</label>
        <input id="i" class="form-control" type="number">
      </div>
      <div class="form-group mb-3">
        <label for="N">N</label>
        <input id="N" class="form-control" type="number">
      </div>
      <div class="form-group mb-3">
        <label for="IC">IC</label>
        <input id="IC" class="form-control" type="number">
      </div>
      <div id="p-k"></div>
      <div class="form-group mb-3">
        <label for="NPV">NPV</label>
        <input id="NPV" class="form-control" type="text" readonly>
      </div>
    </div>
    <div class="col-sm-6 col-12">
      <div class="form-group mb-3">
        <label for="vinculum-NPV"><span style="text-decoration: overline;">NPV</span></label>
        <input id="vinculum-NPV" class="form-control" type="number">
      </div>
      <div class="form-group mb-3">
        <label for="sigma-NPV"><math>\sigma; (NPV)</math></label>
        <input id="sigma-NPV" class="form-control" type="number">
      </div>
      <div class="form-group">
        <label for="k-NPV">K <sub>NPV</sub></label>
        <input id="k-NPV" class="form-control" type="text" readonly>
      </div>
    </div>
  </div>
</div>
```

Рисунок 39 - HTML. Поле ввода

```
let $MY = $('#MY'),
    $sigmaX = $('#sigma-x'),
    $kMy = $('#kMy');

$MY.on('input', calcVmy);
$sigmaX.on('input', calcVmy);

function calcVmy () {
  if (! $MY.val() || ! $sigmaX.val()) {
    $kMy.val('');

    return;
  }

  let sigmaX = parseFloat($sigmaX.val()),
      MY = parseFloat($MY.val()),
      result = sigmaX / MY * 100;

  $kMy.val(
    result.toFixed(2)
  ).change();
}
```

Рисунок 40 - Расчет коэффициента вариации (MY)

```
$N.on('input', function (e) {
  let $template = $('#template-p-k');

  $pK.html('');

  if ($N.val() > 0) {
    for (let i = 0; i < $N.val(); i++) {
      let k = i + 1;
      let $input = $($template.html()).find('label').text('P(' + k + ')');

      $pK.append(
        $input.parent('.form-group').html()
      );
    }
  }
});
```

Рисунок 41 - Добавление полей ввода P(k)

```
$kMy.on('change', compare);
$kNPV.on('change', compare);

function compare () {
  if (! $kMy.val() || ! $kNPV.val()) {
    $('#compared').text('?');

    return;
  }

  let symbol = '=',
      kMy = parseFloat($kMy.val()),
      kNPV = parseFloat($kNPV.val());

  if (kMy > kNPV) {
    symbol = '>';
  }

  if (kMy < kNPV) {
    symbol = '<';
  }

  $('#compared').text(symbol);
}
```

Рисунок 42 - Сравнение коэффициентов

Бизнес должен стремиться к развитию, для того чтобы оставаться на волне новых технологий и реагировать на инновации, которые могут сделать его более эффективным. Создание и запуск собственного цифрового двойника достаточно серьезный шаг. Это требует вложения времени и ресурсов [54; 55].

Основные преимущества цифрового двойника организации в области управления рисками [46]:

- точность расчетов, адекватная оценка на основании введенных показателей;
- снижение непредвиденных сумм списаний по проектам;
- вовлеченность сотрудников в процесс принятия решений, повышение имиджа компании;
- предполагаемый рост эффективности работы, снижение расходов;
- безопасный доступ к корпоративным данным on line;
- минимум затрат на аппаратное обеспечение;
- удобный способ контроля высшим руководством;
- визуализация данных.

### **3.5 ПРОЕКТ РАЗРАБОТКИ ЦИФРОВОГО ДВОЙНИКА ДЛЯ ПРЕДПРИЯТИЯ**

Необходимо разработать план работ по реализации проекта, по которому весь проект будет разбит на этапы работ. Это позволит рассчитать трудоемкость выполнения каждого вида работ.

Название проекта: внедрение цифрового двойника процесса управления рисками на основе математического моделирования.

Для создания плана проекта выбрана методология OnTarget, ориентированная главным образом на удовлетворение требований, сформулированных Заказчиком, она состоит из шести этапов (подготовка проекта, анализ, дизайн, разработка и тестирование, развертывание, эксплуатация). Именно для этого нужна структурная декомпозиция работ проекта [44].

Календарно-сетевое планирование проекта определяет структуру функциональных комплексов работ, сроки и особенности их выполнения. Наличие и контроль детальных графиков работ является одним из главных требований проектного менеджмента после начала реализации.

В процессе реализации проектов используются различные календарно-сетевые планы. Сетевой график представлен на рисунке 43, в нем отражен список работ, основные параметры работ и определена взаимозависимость между работами [56].

Продолжительность всех этапов и работ, выполняемых на них, представлена на диаграмме Ганта (рисунок 44).

На диаграмме Ганта находятся вехи – метки значимых моментов в ходе выполнения работ. В данном проекте это начало работы – 04.04.2022 года и завершение работы – 30.06.2022 года. Общая продолжительность проекта планируется 64 рабочих дня. Также видна вся последовательность и длительность работ (рисунок 44).

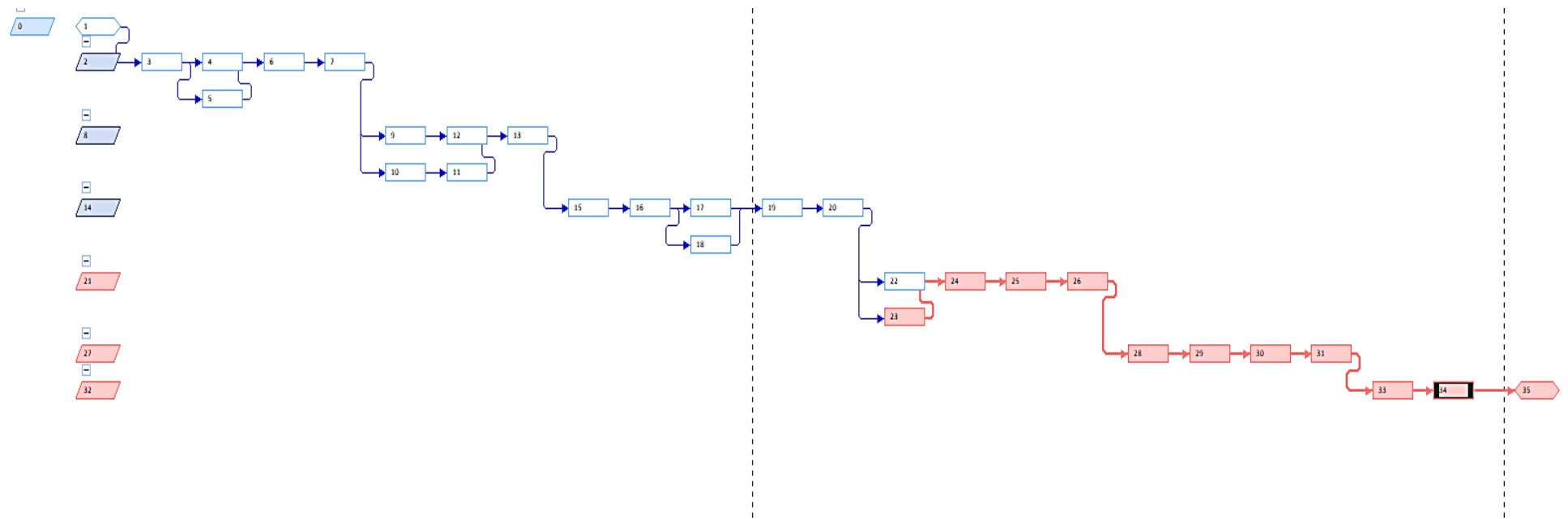


Рисунок 43 - Сетевой график<sup>14</sup>

<sup>14</sup> Составлено автором по: [48]



Рисунок 44 - Диаграмма Ганта<sup>15</sup>

<sup>15</sup> Составлено автором по: [48]



Название ресурса	Тип	Единицы измерения материала	Краткое название	Группа	Макс. единиц	Стандартная ставка	Ставка сверхурочных	Затраты на использ.	Начисление	Базовый календарь
Менеджер проекта	Трудовой		М		100%	4 272,00 руб/день	1 068,00 руб/ч	0,00 руб	Пропорциональное	Стандартный
Аналитик	Трудовой		А		100%	3 560,00 руб/день	890,00 руб/ч	0,00 руб	Пропорциональное	Стандартный
Дизайнер	Трудовой		Д		100%	3 560,00 руб/день	890,00 руб/ч	0,00 руб	Пропорциональное	Стандартный
Тестировщик	Трудовой		Т		100%	3 208,00 руб/день	802,00 руб/ч	0,00 руб	Пропорциональное	Стандартный
Младший разработчик	Трудовой		М		100%	3 208,00 руб/день	802,00 руб/ч	0,00 руб	Пропорциональное	Стандартный
Разработчик	Трудовой		Р		100%	4 992,00 руб/день	1 248,00 руб/ч	0,00 руб	Пропорциональное	Стандартный

Рисунок 45 - Лист ресурсов<sup>16</sup>

<sup>16</sup> Составлено автором по: [48]

Размер заработной платы указан с учетом НДФЛ и страховых взносов.  
Начисление происходит пропорционально.

В таблице использования ресурсов (рисунок 45) представлены сведения о трудозатратах каждого ресурса в часах, а также какие работы они выполняют. Таблица использования задач представлена на рисунке 46. Трудозатраты проекта – 512 часов.

	Режим задачи	Название задачи	Трудозатрат	Длительность	Начало	Окончание
0		Цифровой двойник	512 ч	64 дней	Пн 04.04.22	Чт 30.06.22
1		Начало проекта	0 ч	0 дней	Пн 04.04.22	Пн 04.04.22
2		Подготовка проекта	40 ч	5 дней	Пн 04.04.22	Пт 08.04.22
8		Анализ	112 ч	14 дней	Пн 11.04.22	Чт 28.04.22
14		Дизайн	96 ч	12 дней	Пт 29.04.22	Пн 16.05.22
21		Разработка и тестирование	200 ч	25 дней	Вт 17.05.22	Пн 20.06.22
27		Развертывание	48 ч	6 дней	Вт 21.06.22	Вт 28.06.22
32		Эксплуатация	16 ч	2 дней	Ср 29.06.22	Чт 30.06.22

Рисунок 46 - Использование задач<sup>17</sup>

<sup>17</sup> Составлено автором по: [48]

Ид.	Режим задачи	Название задачи	Трудозатраты	Длительность	Начало	Окончание	Подоб	Полугоду 1, 2022				Полугоду 2, 2022						
								И	Я	М	М	И	С	И	Я			
0		Цифровой двойник	512 ч64 дней		Пн 04.04.22	Чт 30.06.22	Трудос											
1		Начало проекта	0ч0 дней		Пн 04.04.22	Пн 04.04.22	Трудос											
2		Подготовка проекта	48ч45 дней		Пн 04.04.22	Пт 08.04.22	Трудос											
3		Исследование стр.	8ч1 день		Пн 04.04.22	Пн 04.04.22	Трудос											
4		Менеджер стр.	8ч		Пн 04.04.22	Пн 04.04.22	Трудос											
4		Формирование ко	8ч1 день		Вт 05.04.22	Вт 05.04.22	Трудос											
4		Менеджер прк.	8ч		Вт 05.04.22	Вт 05.04.22	Трудос											
5		Установка критер	8ч1 день		Ср 06.04.22	Ср 06.04.22	Трудос											
5		Менеджер прк.	8ч		Ср 06.04.22	Ср 06.04.22	Трудос											
6		Утверждение Уста	8ч1 день		Чт 07.04.22	Чт 07.04.22	Трудос											
6		Менеджер прк.	8ч		Чт 07.04.22	Чт 07.04.22	Трудос											
7		Планирование сме	8ч1 день		Пт 08.04.22	Пт 08.04.22	Трудос											
7		Менеджер прк.	8ч		Пт 08.04.22	Пт 08.04.22	Трудос											
8		Анализ	132ч14 дней		Пн 11.04.22	Чт 28.04.22	Трудос											
9		Обучение команд	24ч3 дней		Пн 11.04.22	Ср 13.04.22	Трудос											
9		Менеджер прк.	24ч		Пн 11.04.22	Ср 13.04.22	Трудос											
10		Анализ бизнес-пр	32ч4 дней		Чт 14.04.22	Вт 19.04.22	Трудос											
10		Менеджер прк.	16ч		Чт 14.04.22	Вт 19.04.22	Трудос											
10		Анализ	16ч		Чт 14.04.22	Вт 19.04.22	Трудос											
11		Согласование и уг	24ч3 дней		Ср 20.04.22	Пт 22.04.22	Трудос											
11		Менеджер прк.	24ч		Ср 20.04.22	Пт 22.04.22	Трудос											
12		Расчет бюджета п	24ч3 дней		Пн 25.04.22	Ср 27.04.22	Трудос											
12		Менеджер прк.	24ч		Пн 25.04.22	Ср 27.04.22	Трудос											
13		Планирование сме	8ч1 день		Чт 28.04.22	Чт 28.04.22	Трудос											
13		Менеджер прк.	8ч		Чт 28.04.22	Чт 28.04.22	Трудос											
14		Дизайн	96ч12 дней		Пн 29.04.22	Пн 16.05.22	Трудос											
15		Разработка констр	24ч3 дней		Пн 29.04.22	Вт 03.05.22	Трудос											
15		Анализ	24ч		Пн 29.04.22	Вт 03.05.22	Трудос											
16		Согласование и уг	8ч1 день		Ср 04.05.22	Ср 04.05.22	Трудос											
16		Менеджер прк.	8ч		Ср 04.05.22	Ср 04.05.22	Трудос											
17		Дизайн решения	24ч3 дней		Чт 05.05.22	Пн 09.05.22	Трудос											
17		Дизайнер	24ч		Чт 05.05.22	Пн 09.05.22	Трудос											
18		Разработка детал	16ч2 дней		Вт 10.05.22	Ср 11.05.22	Трудос											
18		Дизайнер	16ч		Вт 10.05.22	Ср 11.05.22	Трудос											
19		Планирование по	16ч2 дней		Чт 12.05.22	Пт 13.05.22	Трудос											
19		Менеджер прк.	16ч		Чт 12.05.22	Пт 13.05.22	Трудос											
20		Планирование сме	8ч1 день		Пн 16.05.22	Пн 16.05.22	Трудос											
20		Менеджер прк.	8ч		Пн 16.05.22	Пн 16.05.22	Трудос											
21		Разработка и т	288ч25 дней		Вт 17.05.22	Пн 28.06.22	Трудос											
22		Разработка мате	40ч5 дней		Вт 17.05.22	Пн 23.05.22	Трудос											
22		Тестирование	20ч		Вт 17.05.22	Пн 23.05.22	Трудос											
22		Разработчик	20ч		Вт 17.05.22	Пн 23.05.22	Трудос											
23		Разработка и тес	40ч5 дней		Вт 24.05.22	Пн 30.05.22	Трудос											
23		Младший раз	40ч		Вт 24.05.22	Пн 30.05.22	Трудос											
24		Разработка прогр	40ч5 дней		Вт 31.05.22	Пн 06.06.22	Трудос											
24		Разработчик	40ч		Вт 31.05.22	Пн 06.06.22	Трудос											
25		Тестирование	72ч9 дней		Вт 07.06.22	Пт 17.06.22	Трудос											
25		Тестирование	72ч		Вт 07.06.22	Пт 17.06.22	Трудос											
26		Планирование сме	8ч1 день		Пн 20.06.22	Пн 20.06.22	Трудос											
26		Менеджер прк.	8ч		Пн 20.06.22	Пн 20.06.22	Трудос											
27		Разработка	48ч6 дней		Вт 21.06.22	Вт 28.06.22	Трудос											
28		Установка систем	16ч2 дней		Вт 21.06.22	Ср 22.06.22	Трудос											
28		Разработчик	16ч		Вт 21.06.22	Ср 22.06.22	Трудос											
29		Процедура вериф	8ч1 день		Чт 23.06.22	Чт 23.06.22	Трудос											
29		Разработчик	8ч		Чт 23.06.22	Чт 23.06.22	Трудос											
30		Подготовка инстр	16ч2 дней		Пт 24.06.22	Пн 27.06.22	Трудос											
30		Менеджер прк.	8ч		Пт 24.06.22	Пн 27.06.22	Трудос											
30		Разработчик	8ч		Пт 24.06.22	Пн 27.06.22	Трудос											
31		Планирование сме	8ч1 день		Вт 28.06.22	Вт 28.06.22	Трудос											
31		Менеджер прк.	8ч		Вт 28.06.22	Вт 28.06.22	Трудос											
32		Эксплуатация	16ч2 дней		Ср 29.06.22	Чт 30.06.22	Трудос											
33		Опытная инсталл	8ч1 день		Ср 29.06.22	Ср 29.06.22	Трудос											
33		Менеджер прк.	4ч		Ср 29.06.22	Ср 29.06.22	Трудос											
33		Разработчик	4ч		Ср 29.06.22	Ср 29.06.22	Трудос											
34		Применя	8ч1 день		Чт 30.06.22	Чт 30.06.22	Трудос											
34		Менеджер прк.	4ч		Чт 30.06.22	Чт 30.06.22	Трудос											
34		Разработчик	4ч		Чт 30.06.22	Чт 30.06.22	Трудос											
35		Конец проекта	0ч0 дней		Чт 30.06.22	Чт 30.06.22	Трудос											

Рисунок 47 - Использование задач укрупненно<sup>18</sup>

<sup>18</sup> Составлено автором по: [48]

Трудозатраты и затраты ресурсов представлены на рисунке 48.

	Название ресурса	Трудозатрат	Затраты
	[-] Не назначен	0 ч	0.00 Р
	<i>Начало проекта</i>	0 ч	0.00 Р
	<i>Конец проекта</i>	0 ч	0.00 Р
1	[+] Менеджер проекта	200 ч	106 800.00 Р
2	[+] Аналитик	40 ч	17 800.00 Р
3	[+] Дизайнер	40 ч	17 800.00 Р
4	[+] Тестировщик	92 ч	36 892.00 Р
5	[+] Младший разработчик	40 ч	16 040.00 Р
6	[+] Разработчик	100 ч	62 400.00 Р

Рисунок 48 - Использование ресурсов<sup>19</sup>

На рисунке 49 представлена стоимость проекта.

Стоимость создания и внедрения цифрового двойника составит 257 732 р. Эта сумма включает заработную плату сотрудников с учетом НДФЛ и страховых взносов. На основе этой таблицы можно сделать вывод о том, что самым затратным этапом является разработка и тестирование. Его стоимость составит 94 644 р.

<sup>19</sup> Составлено автором по: [48]

Ид.	Рез. закл.	Название задания	Затраты	Начисление фикс. затрат	Фиксированные затраты
0		<b>Профский драйвек</b>	<b>257 732,00 Р</b>	<b>Пропорциональное</b>	<b>0,00 Р</b>
1		Начало проекта	0,00 Р	Пропорциональное	0,00 Р
2		<b>Подготовка проекта</b>	<b>21 360,00 Р</b>	<b>Пропорциональное</b>	<b>0,00 Р</b>
3		Исследование структуры компании	4 272,00 Р	Пропорциональное	0,00 Р
4		Формирование команды проекта	4 272,00 Р	Пропорциональное	0,00 Р
5		Установка критериев оценки результатов проекта	4 272,00 Р	Пропорциональное	0,00 Р
6		Утверждение Устава	4 272,00 Р	Пропорциональное	0,00 Р
7		Планирование следующей стадии	4 272,00 Р	Пропорциональное	0,00 Р
8		<b>Анализ</b>	<b>58 384,00 Р</b>	<b>Пропорциональное</b>	<b>0,00 Р</b>
9		Обучение команды проекта	12 816,00 Р	Пропорциональное	0,00 Р
10		Анализ бизнес-процессов	15 664,00 Р	Пропорциональное	0,00 Р
11		Согласование и утверждение функциональных требований	12 816,00 Р	Пропорциональное	0,00 Р
12		Расчет бюджета проекта	12 816,00 Р	Пропорциональное	0,00 Р
13		Планирование следующей стадии	4 272,00 Р	Пропорциональное	0,00 Р
14		<b>Дизайн</b>	<b>45 568,00 Р</b>	<b>Пропорциональное</b>	<b>0,00 Р</b>
15		Разработка концептуального задания	10 680,00 Р	Пропорциональное	0,00 Р
16		Согласование и утверждение ТЗ	4 272,00 Р	Пропорциональное	0,00 Р
17		Дизайн решения	10 680,00 Р	Пропорциональное	0,00 Р
18		Разработка детального дизайна	7 120,00 Р	Пропорциональное	0,00 Р
19		Планирование порядка, сроков, ресурсов	8 544,00 Р	Пропорциональное	0,00 Р
20		Планирование следующей стадии	4 272,00 Р	Пропорциональное	0,00 Р
21		<b>Разработка и тестирование:</b>	<b>94 644,00 Р</b>	<b>Пропорциональное</b>	<b>0,00 Р</b>
22		Разработка математической модели	20 500,00 Р	Пропорциональное	0,00 Р
23		Разработка и утверждение цифрового двойника	16 040,00 Р	Пропорциональное	0,00 Р
24		Разработка программы тестирования	24 960,00 Р	Пропорциональное	0,00 Р
25		Тестирование	28 872,00 Р	Пропорциональное	0,00 Р
26		Планирование следующей стадии	4 272,00 Р	Пропорциональное	0,00 Р
27		<b>Развертывание:</b>	<b>28 512,00 Р</b>	<b>Пропорциональное</b>	<b>0,00 Р</b>
28		Установка системы цифрового двойника	9 984,00 Р	Пропорциональное	0,00 Р
29		Процедура верификации начальных данных	4 992,00 Р	Пропорциональное	0,00 Р
30		Подготовка инструкций	9 264,00 Р	Пропорциональное	0,00 Р
31		Планирование следующей стадии	4 272,00 Р	Пропорциональное	0,00 Р
32		<b>Эксплуатация</b>	<b>9 264,00 Р</b>	<b>Пропорциональное</b>	<b>0,00 Р</b>
33		Опытная эксплуатация	4 632,00 Р	Пропорциональное	0,00 Р
34		Приемка	4 632,00 Р	Пропорциональное	0,00 Р
35		Конец проекта	0,00 Р	Пропорциональное	0,00 Р

Рисунок 49 - Стоимостное планирование<sup>20</sup>

<sup>20</sup> Составлено автором по: [48]

Риск – неопределенное событие или множество событий, которые в случае реализации окажут влияние на достижение целей. Часто в процессе определения рисков невозможно детально проанализировать весь план проекта в разумное время. Управление рисками должно увеличить шансы на достижение целей проекта, а для отказа от проекта должны быть сведены к минимуму [42].

Любой проект связан с неопределенностью и рисками. Поэтому один из основных процессов в управлении проектами – это управление рисками проекта, которое присутствует на всех стадиях его жизненного цикла. По ходу выполнения проекта стоит осуществлять мониторинг рисков [45]. Риски проекта определяются критическими задачами, поскольку в случае задержки выполнения одной из них может сдвинуться весь план выполнения проекта. Риски проекта представлены в таблице 9.

Таблица 9 - Риски проекта

№ п/п	Риск	Работа/ресурс	Стратегия предотвращения риска	План реакции
<b>Риски в расписании</b>				
1	Слишком короткая задача	Процедура верификации начальных данных	Планирование дополнительного времени для доработки проекта, согласование длительности этапов с исполнителями.	Привлечение персонала на необходимые позиции проекта, использование стратегии активного принятия риска.
2	Задачи с внешними зависимостями	Обучение команды проекта	Назначение ответственных за конкретный процесс, детальное прорабатывание деталей.	Включение алгоритма оценки влияния изменений на срок и бюджет проекта.
<b>Ресурсные риски</b>				
1	Использование неопытных сотрудников	Младший разработчик	Тщательный подбор персонала для разработки проекта.	Быстрая реакция и устранение ошибок опытным разработчиком, работа над ошибками.
2	Ресурсы с большим объемом работы	Менеджер проекта	Провести качественный анализ на занятость сотрудников, контроль распределения работ между сотрудниками.	Необходимо привлечь помощников/стажеров, переложить некоторые задачи на других сотрудников.

### 3.6 ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ПРОЕКТА

Экономический подраздел содержит экономическое обоснование проекта внедрения цифрового двойника для предприятия ООО «ДИАР Групп», далее – заказчик. Реализацию проекта выполняют сотрудники компании, далее – исполнитель.

#### 3.6.1. Расчет вложений на этапе инвестиций в проект

На этапе инвестиций со стороны заказчика участвует руководитель проекта. Все работы «под ключ» выполняет компания-исполнитель. Стоимость часа работы на этапе инвестиций приведена в Таблице 10. Справочные величины по использованным в расчетах налогам и страховым взносам приведены в Таблице 11. Расчет затрат на оплату труда на этапе инвестиций приведен в Таблице 12.

Таблица 10 - Стоимость часа работы на этапе инвестиций<sup>21</sup>

Должность специалиста	Зарплата "на руки", руб./мес.	НДФЛ, руб./мес.	Зарплата "на руки" +НДФЛ, руб./мес.	Страховые взносы, руб./мес.	Затраты на оплату труда, руб./мес.	Затраты на оплату труда, руб./ч
Менеджер проекта	60 000	8 965,52	68 965,52	20 827,59	89 793,10	<b>534</b>
Аналитик	50 000	7 471,26	57 471,26	17 356,32	74 827,59	<b>445</b>
Дизайнер	50 000	7 471,26	57 471,26	17 356,32	74 827,59	<b>445</b>
Младший разработчик	45 000	6 724,14	51 724,14	15 620,69	67 344,83	<b>401</b>
Разработчик	70 000	10 459,77	80 459,77	24 298,85	104 758,62	<b>624</b>
Тестировщик	45 000	6 724,14	51 724,14	15 620,69	67 344,83	<b>401</b>

Таблица 11 – Справочные величины по налогам и страховым взносам<sup>22</sup>

Ставка НДФЛ	<b>13%</b>
Страховые взносы, в том числе	<b>30,2%</b>
Пенсионное страхование	22,0%
Медицинское страхование	5,1%
Социальное страхование	2,9%
Взносы на травматизм	0,2%
<b>Расчетное количество часов</b>	
Кол-во рабочих часов в месяце	<b>168</b>

<sup>21</sup> Составлено автором по: [50]

<sup>22</sup> Составлено автором по: [50]

Кол-во рабочих дней в месяце	21
Кол-во рабочих часов в день	8

Затраты на оплату труда на этапе инвестиций представлены в таблице 12.

Таблица 12 – Затраты на оплату труда на этапе инвестиций<sup>23</sup>

Этап проекта/Специалист	Трудозатраты, ч	Ставка, руб./ч	Затраты на опл. труда, руб.
<b>Подготовка проекта</b>			
Менеджер проекта	40	534	21 360
<b>Анализ</b>			
Менеджер проекта	96	534	51 264
Аналитик	16	445	7 120
<b>Дизайн</b>			
Дизайнер	40	445	17 800
Аналитик	24	445	10 680
Менеджер проекта	32	534	17 088
<b>Разработка и тестирование</b>			
Младший разработчик	40	401	16 040
Разработчик	60	624	37 440
Тестирующий	92	401	36 892
Менеджер проекта	8	534	4 272
<b>Развертывание</b>			
Менеджер проекта	16	534	8 544
Разработчик	32	624	19 968
<b>Опытная эксплуатация</b>			
Менеджер проекта	8	534	4 272
Разработчик	8	624	4 992
<b>ИТОГО:</b>			<b>257 732</b>

Материальные и нематериальные вложения на этапе инвестиций не потребуются, т. к. необходимое ПО для разработки имеется на предприятии.

Накладные расходы на этапе инвестирования приведены в Таблице 13. Для расчета взят принятый в компании – заказчике процент накладных расходов от суммы затрат на оплату труда задействованных в проекте специалистов (в данном проекте на этапе инвестиций это назначенный менеджер).

<sup>23</sup> Составлено автором по: [50]



Таблица 13 - Накладные расходы на этапе инвестиций<sup>24</sup>

№	Статьи накладных расходов	Содержание статей накладных расходов
1	Рабочее место	Помещение, уборка, электроэнергия, мебель
2	Канцелярские товары	Офисная бумага, маркеры, папки
	<b>Метод расчета накладных расходов</b>	<b>[% от трудозатрат в денежных единицах]</b>
[А]	Сумма трудозатрат в денежных единицах (руб.)	<b>257 732</b>
[В]	Принятая доля (%) накладных расходов от [А]	<b>15%</b>
[С]	Накладные расходы в денежных единицах (руб.)	<b>38 660</b>

### 3.6.2. Расчет вложений на этапе эксплуатации проекта

На этапе эксплуатации проекта поддержку внедренного цифрового двойника со стороны заказчика выполняют менеджер проекта и младший разработчик. Менеджер проекта осуществляет взаимодействие специалистов компании и младшего разработчика.

Стоимость часа работы на этапе эксплуатации приведена в Таблице 14. Расчет затрат на оплату труда на этапе эксплуатации из расчета на один месяц приведен в Таблице 15.

Таблица 14 – Стоимость часа работы на этапе эксплуатации<sup>25</sup>

Должность специалиста	Зарплата "на руки", руб./мес.	НДФЛ, руб./мес.	Зарплата "на руки" +НДФЛ, руб./мес.	Страховые взносы, руб./мес.	Затраты на оплату труда, руб./мес.	Затраты на оплату труда, руб./ч
Системный администратор	45 000	6 724,14	51 724,14	15 620,69	67 344,83	<b>401</b>
Менеджер проекта	60 000	8 965,52	68 965,52	20 827,59	89 793,10	<b>534</b>

Таблица 15 – Затраты на оплату труда на этапе эксплуатации (ежемесячно)<sup>26</sup>

Этап проекта/Специалист	Трудозатраты, ч	Ставка, руб./ч	Затраты на опл. труда, руб.
<b>Подготовка аналитических отчетов</b>			
Менеджер проекта	16	534	8 544

<sup>24</sup> Составлено автором по: [50]

<sup>25</sup> Составлено автором по: [50]

<sup>26</sup> Составлено автором по: [50]

<b>Организация взаимодействия специалистов компании и исполнителя (младшего разработчика) по поддержке системы</b>			
Менеджер проекта	10	534	5 340
<b>Резервирование данных. Администрирование, устранение ошибок.</b>			
Младший разработчик	40	401	16 040
<b>ИТОГО:</b>			<b>29 924</b>

Материальные и нематериальные вложения на этапе эксплуатации не потребуются.

Накладные расходы на этапе эксплуатации приведены в Таблице 16. Для расчета взят принятый в компании – заказчике процент накладных расходов от суммы затрат на оплату труда задействованных в проекте специалистов (в данном проекте на этапе эксплуатации в режиме частичной занятости задействованы менеджер проекта и младший разработчик).

Таблица 16 - Накладные расходы на этапе эксплуатации (ежемесячно)<sup>27</sup>

№	Статьи накладных расходов	Содержание статей накладных расходов
1	Рабочее место	Помещение, уборка, электроэнергия, мебель
2	Канцелярские товары	Офисная бумага, маркеры, папки
	<b>Метод расчета накладных расходов</b>	<b>[% от трудозатрат в денежных единицах]</b>
[A]	Сумма трудозатрат в денежных единицах (руб.)	<b>29 924</b>
[B]	Принятая доля (%) накладных расходов от [A]	<b>15%</b>
[C]	Накладные расходы в денежных единицах (руб.)	<b>4 489</b>

### 3.6.3. Экономический эффект от реализации проекта

Экономический эффект от реализации проекта для заказчика заключается в уменьшении стоимости процесса принятия стратегически верного управленческого решения. Ожидается, что внедрение цифрового двойника с использованием визуализации на основе точных расчетов позволит контролировать риски проекта, не допускать больших сумм списаний, что в итоге сказывается на прибыли компании.

<sup>27</sup> Составлено автором по: [50]

Рассчитаем среднемесячную стоимость списаний рискованных проектов на основе анализа предметной деятельности в первой главе за полгода:

Среднемесячная стоимость списаний AS – IS: 492 382 рубля.

Среднемесячная стоимость списаний ТО – ВЕ за счет точной оценки риска и возможных денежных потерь: 425 382 рубля.

Экономический эффект от внедрения цифрового двойника как разница между сокращением возможных потерь бизнес-процессов «AS-IS» и «ТО-ВЕ» составляет:

$$67\,000 \text{ руб./мес.} = 492\,382 \text{ руб./мес.} - 425\,382 \text{ руб./мес.}$$

#### 3.6.4. Показатели для оценки экономической эффективности проекта

Для оценки экономической эффективности внедрения цифрового двойника на основе математической модели рассчитаны финансовые показатели NPV (Net Present Value) – чистый приведенный доход, IRR (Internal Rate of Return) - внутренняя норма доходности, DPP (Discounted Payback Period) – срок окупаемости с учетом дисконтирования. Сводная информация для расчета финансовых показателей приведена в Таблице 17.

Ставка рефинансирования с 4 мая 2022 года составляет 14%. В расчете поправок на риск плюс 5%. Итого ставка дисконтирования будет равна 19%.

Расчеты выполнены ежемесячно (период 13 мес.). Ставка дисконтирования представлена в формуле (12):

$$R_{\text{мес}} = \sqrt[12]{1 + R_{\text{год}}} - 1 = 0,7207\% \quad (12)$$

Коэффициент дисконтирования представлен в формуле (15):

$$K_{\text{дисконт}}^{1\text{-й год}} = 1/(1 + R_{\text{мес}})^{12} = 0,9174, K_{\text{дисконт}}^{2\text{-й год}} = 1/(1 + R_{\text{мес}})^{24} = 8,5\% \quad (13)$$

Налог на прибыль взят в размере 20% для предприятия с общей системой налогообложения. Все показатели учтены без НДС. Амортизация не учитывается.

Таблица 17 - Сводная информация для расчета финансовых показателей<sup>28</sup>

	<i>Этап инвестиц ий</i>				<i>Этап эксплуатации</i>						<i>Руб.</i>			
	<i>1-й мес.</i>	<i>2-й мес.</i>	<i>3-й мес.</i>	<i>4-й мес.</i>	<i>5-й мес.</i>	<i>6-й мес.</i>	<i>7-й мес.</i>	<i>8-й мес.</i>	<i>9-й мес.</i>	<i>10-й мес.</i>	<i>11-й мес.</i>	<i>12-й мес.</i>	<i>13-й мес.</i>	
<b>1. Инвестиционные и текущие вложения (отток ДС)</b>	<b>895 892</b>	<b>34 413</b>	<b>34 413</b>	<b>34 413</b>	<b>34 413</b>	<b>34 413</b>	<b>34 413</b>	<b>34 413</b>	<b>34 413</b>	<b>34 413</b>	<b>34 413</b>	<b>34 413</b>	<b>34 413</b>	<b>34 413</b>
Расходы на оплату труда	257 732	29 924	29 924	29 924	29 924	29 924	29 924	29 924	29 924	29 924	29 924	29 924	29 924	29 924
Материальные вложения	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Нематериальные вложения	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Накладные расходы	38 660	4 489	4 489	4 489	4 489	4 489	4 489	4 489	4 489	4 489	4 489	4 489	4 489	4 489
<b>2. Приток ДС</b>	<b>0</b>	<b>67 000</b>	<b>67 000</b>	<b>67 000</b>	<b>67 000</b>	<b>67 000</b>	<b>67 000</b>	<b>67 000</b>	<b>67 000</b>	<b>67 000</b>	<b>67 000</b>	<b>67 000</b>	<b>67 000</b>	<b>67 000</b>
Экономический эффект от реализации проекта (разница между "AS-IS" и "TO-BE")	0	67 000	67 000	67 000	67 000	67 000	67 000	67 000	67 000	67 000	67 000	67 000	67 000	67 000
<b>3. Прибыль и налоги</b>														
База для расчета налога на прибыль нарастающим итогом	-296 392	-263 805	-231 218	-198 631	-166 044	-133 457	-100 870	-68 283	-35 696	-3 109	29 478	62 065	94 652	127 239
Прибыль по периодам	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	29 478	32 587	32 587	32 587
Налог на прибыль по периодам	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5 896	6 517	6 517	6 517
<b>4. Чистый денежный поток по периодам (NCF<sub>i</sub>)</b>	<b>-296 392</b>	<b>32 587</b>	<b>32 587</b>	<b>32 587</b>	<b>32 587</b>	<b>32 587</b>	<b>32 587</b>	<b>32 587</b>	<b>32 587</b>	<b>32 587</b>	<b>26 691</b>	<b>26 070</b>	<b>26 070</b>	<b>26 070</b>
<b>5. Чистый дисконтированный денежный поток по периодам (NCF<sub>i</sub> * к-т дисконтирования)</b>	<b>-296 392</b>	<b>27 384</b>	<b>27 384</b>	<b>27 384</b>	<b>27 384</b>	<b>27 384</b>	<b>27 384</b>	<b>27 384</b>	<b>27 384</b>	<b>27 384</b>	<b>22 430</b>	<b>21 907</b>	<b>21 907</b>	<b>21 907</b>
<b>6. Чистый приведенный доход NPV в динамике</b>	<b>-296 392</b>	<b>-269 008</b>	<b>-241 624</b>	<b>-214 240</b>	<b>-186 856</b>	<b>-159 472</b>	<b>-132 088</b>	<b>-104 704</b>	<b>-77 320</b>	<b>-49 936</b>	<b>-27 506</b>	<b>-5 599</b>	<b>16 309</b>	<b>38 216</b>

<sup>28</sup> Составлено автором по: [49; 50]

Максимальный срок рассмотрения и окупаемости для проектов такого типа у компании – заказчика согласно экспертной оценке его специалистов  $T_{\max} = 18$  мес. Период 13 мес. для расчета финансовых показателей и оценки экономической эффективности установлен в пределах  $T_{\max}$ .

На основании данных Таблицы 17 вычислены значения финансовых показателей проекта внедрения цифрового двойника организации в области управления рисками:

1. Прогнозируемое значение показателя NPV за 12 месяцев: 16 309 руб.
2. Срок окупаемости с учетом дисконтирования DPP: 12 мес.
3. Внутренняя норма доходности IRR за 12 месяцев: 25, 55 % годовых.

Анализ прогнозируемых финансовых показателей ( $NPV > 0$ ,  $DPP < T_{\max}$ ,  $IRR > 19\%$ ) показал, что проект является экономически эффективным.

### **3.7 РЕЗУЛЬТАТЫ И ВЫВОДЫ ТРЕТЬЕЙ ГЛАВЫ**

Отличие управления проектами от менеджмента заключается в том, что проект – это уникальное единовременное предприятие компании, которое не входит в список ее повседневных операций, и управление проектами призвано обеспечить такие условия и такую организацию работы, чтобы были соблюдены сроки, бюджет и достигнуты поставленные цели.

В данной главе построена полная модель архитектуры предприятия «ДИАР Групп», построены модели бизнес – процессов as – is и to – be, разработан цифровой двойник организации в области управления рисками на основе математической модели, используя средства визуализации, выполнено планирование сроков, ресурсов, а также рассчитана экономическая результативность, как следствие – проект эффективен.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В современной управленческой науке и практике все больше внимания уделяется умению мотивировать людей, созданию эффективно работающей команды. В управлении проектами это умение приобретает особенную актуальность из-за более высоких требований к результатам. Работа в проекте подразумевает также более сложные условия работы, так как в большинстве случаев участникам проекта приходится отчитываться перед двумя начальниками (применительно к матричной структуре).

Тем не менее, к инструментам управления проектами относятся не только способы мотивации людей, но и методы управления временем, качеством, издержками, методы мониторинга и контроля. Во многих случаях эти методы могут быть применимы и в условиях линейной организационной структуры, и даже увеличить эффективность отдельно взятого сотрудника или отдела.

Несмотря на многие стандартизированные рекомендации, не может быть единой методологии, которая бы гарантировала успех проекта. Каждая организация уникальна, как уникальна ее корпоративная культура и сложившиеся методы работы.

В процессе выполнения выпускной квалификационной работы были изучены теоретические аспекты визуализации данных, цифровых двойников, их преимущества и перспективы развития, а также исследование предметной области на предприятии. Выполнен сравнительный анализ рынка цифровых двойников, разработана математическая модель инвестиционных рисков, цифровой двойник в области управления рисками, выполнено планирование и экономическое обоснование проекта.

В первой главе рассмотрены теоретические аспекты методов визуализации (назначение, классификации, возможности, преимущества и недостатки, перспективы развития), а также инструменты визуализации данных. Исследовано понятие цифрового двойника организации, его цели и задачи, возможные перспективы развития на предприятии, а также финансовая сторона. Проанализирована предметная область на предприятии, выявлены финансовые

проблемы и некорректности учета и просчета рисков, которые в дальнейшем влияют на принятие стратегических решений. В связи с чем результатом первой главы является совокупное решение о внедрении на предприятии цифрового двойника, как наглядного способа визуализации и корректировки данных на основе точных математических расчетов.

Вторая глава посвящена сравнительному анализу рынка цифровых двойников организации, на основании которого было принято решение о внедрении собственной разработки цифрового двойника организации на основании функциональных требований. Разработана математическая модель на основе коэффициентов вариации, которая позволит оценить степень инвестиционных рисков благодаря параметрам важным для бизнеса. Собственная разработка позволит увеличить имидж компании, лояльность клиентов и простоту в использовании, а также возможность изменить входные данные в любой момент.

В третьей главе представлен анализ общей характеристики предприятия, моделирование бизнес-процессов, построение полной модели предприятия, проектирование и разработка цифрового двойника в компании, а также планирование ИТ-проекта обеспечения функциональности продукта и расчет экономической эффективности.

Рассмотрены основные бизнес-процессы по управлению рисками в компании. Основываясь на данных от изучения деятельности компании, была построена бизнес-модель процессов AS-IS, которая описывала процессы функционирования предприятия и этапы взаимодействия, но в ней были найдены некоторые недостатки.

Основным решением перечисленных проблем выступает создание цифрового двойника организации в области управления рисками с использованием визуализации на основе математической модели инвестиционных рисков. Для этого было необходимо разработать бизнес-модель TO-BE или «как должно быть».



Создана математическая модель инвестиционных рисков, а также цифровой двойник организации.

Затем был разработан проект по созданию продукта, а также составление списка необходимых компетенций для реализации проекта – ресурсное планирование, стратегия внедрения, календарное планирование. Выделены этапы, которые позволят реализовать проект наиболее эффективным образом.

Для экономической части выпускной квалификационной работы были произведены расчеты стоимости проекта с учетом не только расходов заработной платы, но и добавлены накладные расходы на этапе реализации и на этапе эксплуатации, нематериальные расходы, при расчетах данных показателей: показатель NPV за 12 месяцев равен 16 309 руб., срок окупаемости с учетом дисконтирования DPP: 12 мес., внутренняя норма доходности 25, 55 % годовых, что говорит об эффективности внедрения проекта.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Харунжева М.А. Феномен видения в теории познания // Вестник Вятского государственного университета [Текст]. – 2011. – №4.
2. Feldman R., Sanger J. The Text Mining Handbook, Cambridge University Press, 2007.
3. Берченко Д.А. Аналитический обзор методов визуализации данных. Евразийский Научный Журнал №5 2017 [Текст]. Май, 2017.
4. Оладько В. С., Микова С. Ю., Нестеренко М. А., Садовник Е. А. Причины и источники сетевых аномалий // Молодой ученый [Текст]. — 2015. — № 22.
5. Беляев Н.А. Визуализации данных: Инфографика как инструмент маркетинга. [Электронный ресурс] – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/vizualizatsiya-dannyh-infografika-kak-instrument-marketinga> (дата обращения 05.04.2022).
6. Научная визуализация. [Электронный ресурс] – URL: <http://sv-journal.org/2012-4/06.php?lang=ru> (дата обращения 13.04.2022).
7. Oracle. Россия и СНГ. [Электронный ресурс] – URL: <https://www.oracle.com/ru/business-analytics/what-is-data-visualization/> (дата обращения 02.04.2022).
8. Медиа нетологии. [Электронный ресурс] – URL: <https://netology.ru/blog/7-services-data-visualization> (дата обращения 23.04.2022).
9. Habr.com. [Электронный ресурс] – URL: <https://habr.com/ru/company/devexpress/blog/240325/> (дата обращения 14.04.2022).
10. Leanbase. [Электронный ресурс] – URL: <http://leanbase.ru/knowledgebase/4-preimushhestva-vizualizacii/> (дата обращения 18.05.2022).
11. Tufte.E. The Visual Display of Quantitative Information. Graphics Press, second edition, 2001.

12. Афанасьев А.А. Технология визуализации данных как инструмент совершенствования процесса поддержки принятия решений. [Электронный ресурс] – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/tehnologiya-vizualizatsii-dannyh-kak-instrument-sovershenstvovaniya-protsesta-podderzhki-prinyatiya-resheniy/viewer> (дата обращения 04.05.2022).
13. NIH/NSF Visualization research challenges report // IEEE Comput. Soc., 2006.
14. Preusser T., Rumpf M., Telea A. Flow visualization via partial differential equations // Math. Foundations of Scient. visualization, comput. Graphics, and Massive Data Exploration. Berlin: Springer, 2009. P. 157–190.
15. Uselton S. ExVis: developing A wind tunnel data visualization tool // Proc. IEEE Visualization 97. New York: ACM Press, 1997. Oct. P. 417–420.
16. Mavim. Digital twin of an organization. [Электронный ресурс] – URL: <https://www.mavim.com/mavim-platform/digital-twin-of-an-organization> (дата обращения 14.05.2022).
17. Использование цифровых двойников. [Электронный ресурс] – URL: <https://trends.rbc.ru/trends/industry/6107e5339a79478125166eeb> (дата обращения 12.05.2022).
18. Digital Twin of an Organization (DTO): In-Depth Guide in 2022. [Электронный ресурс] – URL: <https://research.aimultiple.com/digital-twin-of-an-organization/> (дата обращения 01.05.2022).
19. Digital Twin of an Organization. [Электронный ресурс] – URL: <https://www.qpr.com/blog/digital-twin-of-an-organization> (дата обращения 02.05.2022).
20. Технологии цифрового двойника. [Электронный ресурс] – URL: <https://www.it.ua/ru/knowledge-base/technology-innovation/cifrovoj-dvojniki-digital-twin> (дата обращения 02.05.2022).
21. Информационный канал компании Бином. [Электронный ресурс] – URL: <https://binom.systems/o-nas/> (дата обращения 12.05.2022).

22. Веников В.А. Теория подобия и моделирования. 2-е изд., доп. и перераб. М.: Высшая школа, 1976. 479 с.
23. ISO/IEC/IEEE 24765:2010 Systems and software engineering - Vocabulary IEEE Std 1233-1998 (R2002) IEEE Guide for Developing System Requirements Specifications.
24. Шеннон Р. Имитационное моделирование систем -искусство и наука / пер. с англ. М.: Мир, 1978. 418 с.
25. Эра трансформеров: «цифровые близнецы» уже рядом [Электронный ресурс] – URL: <https://scien-сerop.ru/era-transformerov-tsifrovye-bliznetsy-uzhe-ryadom/> (дата обращения 20.04.2022).
26. Новая парадигма цифрового проектирования и моделирования глобально конкурентоспособной продукции нового поколения [Электронный ресурс] – URL: <http://fea.ru/news/6721> (дата обращения 19.04.2022).
27. Что такое цифровой двойник и для чего он нужен? [Электронный ресурс] – URL: <http://blogs.3ds.com/russia/digital-twin> (дата обращения 15.04.2022).
28. Новые парадигмы проектирования. Фабрики будущего, цифровые двойники [Электронный ресурс] – URL: <https://www.clipsoon.com/cbUkFxlWXfs/video.html> (дата обращения 12.04.2022).
29. Боровков А.И., Бурдаков С.Ф., Клявин О.И., Мельникова М.П., Михайлов А.А., Немов А.С., Пальмов В.А., Силина Е.Н.. Компьютерный инжиниринг. СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2012. 93 с.
30. Сергиенко Е. А., Чуйко И.М. Имитационные потоковые модели динамики развития предприятия // БИЗНЕСИНФОРМ, - 2013. -№ 4. - С. 332-338
31. Селютин В.Д. Математическое моделирование процесса управления экономическим риском // Экономические науки. 2012. № 1 (62).
32. Лапченко Д.А. Экономика предприятия. Стратегия и тактика управления. Методы оценки риска инвестиционных проектов. Март 2013 г.
33. Visualizing Visualization: A Model and Framework for Visualization Exploration. [Электронный ресурс] – URL:

<https://escholarship.org/content/qt6dw570zx/qt6dw570zx.pdf?t=ptt392> (дата обращения 17.04.2022).

34. M. Grieves, “Origins of the Digital Twin Concept”, working paper, Florida Institute of Technology, 2016.

35. DRAFT Modeling, Simulation, Information. Technology & Processing Roadmap. Technology Area 11, November 2010. [Электронный ресурс] – URL: [https://www.nasa.gov/pdf/501321main\\_TA11-MSITP-DRAFT-Nov2010-A1.pdf](https://www.nasa.gov/pdf/501321main_TA11-MSITP-DRAFT-Nov2010-A1.pdf) (дата обращения 27.04.2022).

36. Центральная предельная теорема. Википедия. [Текст].

37. Как цифровые двойники помогают российской промышленности. [Электронный ресурс] – URL: <https://rb.ru/longread/digital-twin/> (дата обращения 07.05.2022).

38. Создание и внедрение цифровых двойников. [Электронный ресурс] – URL: <https://www.anylogic.ru/features/digital-twin/> (дата обращения 08.05.2022).

39. Azure Digital Twins. [Электронный ресурс] – URL: <https://azure.microsoft.com/ru-ru/services/digital-twins/#security> (дата обращения 18.05.2022).

40. Системно – динамическое моделирование. [Электронный ресурс] – URL: <http://simulation.su/uploads/files/default/2001-sprav-sidorenko-1.pdf> (дата обращения 08.05.2022).

41. Студопедия.нет. [Электронный ресурс] – URL: [https://studopedia.net/3\\_74572\\_razrabotka-mobilnogo-prilozheniya-i-sborka.html](https://studopedia.net/3_74572_razrabotka-mobilnogo-prilozheniya-i-sborka.html) (дата обращения 20.05.2022).

42. Управление проектом внедрения ИТ-системы. [Электронный ресурс] – URL: <https://pm.hse.ru/data/2018/03/17/1164441641/BAР%20Фишкин.pdf> (дата обращения 10.05.2022).

43. Безнос О.С. Системный анализ и синтез информационной модели организации // Научно-технические ведомости СПбГПУ. — 2007. — № 51. — С. 140—144.

44. Шапиро В. Д. Управление проектами: Учебное пособие для студентов / И.И. Мазур, В. Д. Шапиро, Н.Г. Ольдерогге; Под общ. ред. И.И. Мазур. [Текст]. // – М.: Омега-Л, 2013.

45. Уткин, В.Б. Информационные системы и технологии в экономике: учебник для вузов. [Текст]. // – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2012.

46. Spark.ru. [Электронный ресурс] – URL: <https://spark.ru/startup/infoshell/blog/43721/5-preimuschestv-razrabotki-mobilnih-prilozhenij-dlya-biznesa> (дата обращения 20.05.2022).

47. Берг Д. Б., Лапшина С. Н. Архитектура предприятия. Учебное электронное текстовое издание [Текст]. Екатеринбург: УрФУ. 2012.

48. Лапшина С. Н. Информационный менеджмент: методические указания к выполнению лабораторных работ по курсу «Методы управления проектами» – Прикладная информатика [Текст] / сост. С. Н. Лапшина, В. В. Ташлыков. Екатеринбург: УрФУ, 2011.

49. Толмачев А. В. Оценка экономической эффективности ИТ проектов [Текст]. // Толмачев А. В. – Екатеринбург: УрФУ, ВШЭМ, 2018.

50. Толмачев А. В. Экономический подраздел выпускной квалификационной работы. [Текст]. // Толмачев А. В. – Екатеринбург: УрФУ, ВШЭМ, 2018.

51. Селютин В. Д. Формирование оптимальной структуры портфеля ценных бумаг на основе концепции управления риском как ресурсом // Экономические науки. 2010. № 1 (62). С. 428–432.

52. Секерин А. Б., Селютин В. Д., Строев С. П. Нечетко-множественная модель управления риском экономической несостоятельности производственного предприятия // Управление риском. 2008. № 2. С. 28–35.

53. Фирма «1С». [Электронный ресурс] – URL: <https://1c.ru/> (дата обращения 01.05.2022).

54. Современный учебник JavaScript. [Электронный ресурс] – URL: <https://learn.javascript.ru> (дата обращения: 10.04.2021).

55. Требования к программному обеспечению. Википедия [Электронный ресурс] – URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/> (дата обращения: 03.05.2022).

56. Использование MS Project для управления проектами по разработке ПО. [Электронный ресурс] – URL: <https://habr.com/post/151593/> (дата обращения 11.05.2022).

57. Тебайкина Н.И. Методическое пособие «Моделирование процессов в ВКР: Методология ARIS» [Презентация] // УрФУ 2020.

58. Лапшина С.Н. Модель деятельности организации. // Лапшина С.Н. – Екатеринбург, 2017.

59. Звонарев С.В. Основы математического моделирования [Текст]: Учебное пособие. – Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2019. – 112 с.

60. Верещагин В. А., Степанова Е. Б. Моделирование и проектирование информационных систем с использованием методологии ARIS [Текст]: Учебное пособие. – М.: МФТИ, 2007. – 117 с.

61. Виленский П. Л. Оценка эффективности инвестиционных проектов: теория и практика. [Текст] – М.: Дело, 2008. – 888с.