

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего
образования
«Тольяттинский государственный университет»

Институт математики, физики и информационных технологий
(наименование института полностью)

Кафедра: Прикладная математика и информатика

09.04.03 Прикладная информатика

(код и наименование направления подготовки / специальности)

Управление корпоративными информационными процессами

(направленность (профиль) / специализация)

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА (МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ)

на тему: «Прогнозирование и анализ экономических показателей на ранних
стадиях проекта цифровизации предприятия»

Обучающийся

Т.А. Тюменцев

(Инициалы Фамилия)

(личная подпись)

Научный
руководитель

к.т.н., Н.В. Хрипунов

(ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия)

Тольятти 2023

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	3
1 Теоретические аспекты взаимосвязи цифровизации и экономических показателей	7
1.1 Особенности проектов цифровизации на инновационных предприятиях	9
1.2 Понятие, элементы и уровни цифровизации предприятия	19
1.3 Методы комплексной оценки экономических показателей и уровня цифровизации предприятия	21
2 Анализ экономических показателей и уровня цифровизации проектов ТОО «KazTechInnovations»	43
2.1 Общая характеристика и структура управления ТОО «KazTechInnovations»	43
2.2 Анализ экономических показателей ТОО «KazTechInnovations»	47
2.3 Моделирование и оценка бизнес-процессов ТОО «KazTechInnovations»	49
3 Мероприятия по увеличению экономических показателей на основе цифровизации проектов ТОО «KazTechInnovations».....	61
3.1 Пути повышения цифровизации бизнес-процессов в проектах ТОО «KazTechInnovations».....	61
3.2 Прогнозирование экономических показателей после повышения уровня цифровизации бизнес-процессов в проектах ТОО «KazTechInnovations».....	68
Заключение	74
Список используемой литературы и используемых источников.....	76
Приложение А	81
Приложение Б.....	83

Введение

Актуальность исследования процессов цифровизации обусловлена рядом тенденций, которые с некоторой долей условности можно классифицировать по уровню экономических процессов, протекающих на современной экономике.

Во-первых, на макроуровне экономики цифровизация вместе с глобализацией представляет собой актуальный тренд, меняющий практически весь международный бизнес-ландшафт, что формирует факторы для использования национальными и транснациональными экономическими субъектами новых бизнес-моделей. Активное применение цифровых технологий позволяет предприятиям оперативно осуществить выход на международный уровень, что позволяет им повысить выручку и прибыль за счёт операций зарубежных рынков и международной торговли. Здесь можно отметить, что будет более детально раскрыто в первой главе: в последние годы процессы цифровизации существенно ускорились практически во всех отраслях национальной экономики, особенно в торговле, логистике, маркетинге и коммуникационной отрасли, тогда как отрасли реального производства внедряют достижения цифровизации с меньшими темпами роста. Однако, предприятия производственной направленности могут укрепить свой статус инноваторов именно на основе цифровых технологий и применения инновационных бизнес-процессов с их использованием. Таким образом, цифровизация бизнес-процессов сегодня охватывает практически всю глобальную экономику, трансформируя весь современный бизнес.

Во-вторых, на мезоуровне экономики необходимость внедрения достижений цифровизации постоянно подчёркивается в программных документах государственных органов. В соответствии со стратегией развития информационного общества в Российской Федерации, которая была разработана на 2017-2030 годы, цифровую экономику следует рассматривать как деятельность, в которой важнейшим производственным фактором

является цифровая информация. Применение большого количества цифровой информации может значительно повысить эффективность системы управления, логистики и продаж готового продукта. Применительно к бизнес-процессам предприятия использование цифровизации должно базироваться на генерации и использовании цифровой информации для производства качественных товаров или оказания востребованных услуг. Следует отметить, что подобные стратегии и программы разработаны и реализуются в других национальных государствах. В этом контексте можно отметить схожие или даже аналогичные программы «Advanced Manufacturing Partnership» в США, «Made in China 2025» в КНР, «Society 5.0» в Японии, «Industrie 4.0» в Германии и «Цифровой Казахстан» в Казахстане.

В-третьих, на микроуровне экономики цифровизацию бизнес-процессов следует рассматривать как обязательный этап развития экономической системы современного предприятия. В ходе данного этапа бизнес-процессы предприятия исследуются, совершенствуются и адаптируются к использованию новейших технологий. В результате цифровизация позволяет этим предприятиям повысить скорость реагирования на изменения рыночных факторов, а также повысить эффективность производственных процессов и улучшить качество обслуживания потребителей продуктов. Поэтому всё вышеперечисленное в конечном итоге позволяет предприятию обеспечить свою конкурентоспособность и формировать новые возможности перед лицом новых вызовов, обусловленных противоэпидемическими ограничениями и усиливающейся геополитической напряжённостью. Если в XX веке предприятия могли добиться конкурентных преимуществ на счёт изменения таких бизнес-параметров как «качество», «цена» и «сервис», то в XXI веке для получения качественного конкурентного преимущества предприятию следует активно внедрять новые цифровые технологии уже на всех уровнях своей бизнес-модели. Таким образом, выбранная для исследования тема представляется актуальной.

Объект исследования – ТОО «KazTechInnovations».

Предмет исследования – проблемы ранних стадий внедрения проектов цифровизации в деятельность инновационного предприятия.

Целью исследования является прогнозирование и анализ экономических показателей на ранних стадиях проекта цифровизации предприятия ТОО «KazTechInnovations». Для достижения вышеуказанных целей необходимо решить следующие задачи исследования:

- изучить концепции, элементы и уровни оцифровки на предприятиях;
- выявить особенности проектов цифровизации на инновационных предприятиях;
- определить способы оценки совокупных экономических показателей и уровня цифровизации предприятий;
- представить общую характеристику и структуру управления;
- проанализировать экономические показатели;
- смоделировать и оценить бизнес-процессы «КазТехИнновации»;
- определить пути содействия цифровизации бизнес-процессов в проектах ТОО «КазТехИнновации»;
- спрогнозировать экономические показатели после повышения уровня цифровизации бизнес-процессов в проектах ТОО «КазТехИнновации».

В процессе работы были использованы различные методы теоретического и практического исследования. Ключевые методы теоретического исследования включали в себя анализ литературы, способы синтеза и классификации, а также методы группирования и группировки. Методы практического исследования включали различные методы BPMN-моделирования, методы экономического и инвестиционного анализа, а также общие методы обработки данных.

Новизна исследования – заключается в разработке методики, которая могла бы оценить влияние цифровизации на экономические показатели организации.

Практическая значимость исследования – состоит в разработке методики для прогнозирования эффективности проектов цифровизации.

Гипотеза исследования – заключается в предположении о наличии корреляции между уровнем цифровизации и качеством бизнес-процесса, оказывающих влияние на экономические показатели всего бизнес-направления в целом.

Современные аспекты цифровизации промышленных предприятий с инновационной составляющей можно подробно рассмотреть только на основе междисциплинарного подхода. В частности, общетеоретические аспекты цифровизации как научного явления исследуются в работах Агафоновой Т.В., Стюфляевой Е.В., Игошиной Д.Р., Миронова Н.С., Харитоновой Н.Н. и др. Прикладные аспекты цифровизации бизнес-процессов исследуются в статьях таких авторов, как Землякова С.Н., Белалова Г.Е. и др., Гершанок А.А., Нигай Е.А., Дадаева Б.Ш., Дьякова С.А. и др., а также Панов А.Ю. Инженерно-технологические аспекты бизнес-процессов радиоэлектронного производства рассмотрены в работах Изосимовой Т.А., Максимовой М.В., Черкасова К.В. и др., Чернова Д.А. Методология моделирования бизнес-процессов, которая может применяться для оценки необходимости их цифровизации, приведена в работах Куприяновой Л.М., Ковальчука Н.Н. и др., а также Аленикова А.С. и др. В целях проведения оценки исходных и прогнозируемых экономических показателей проектов цифровизации необходимо использовать методологию финансового анализа и анализа хозяйственной деятельности, подробно представленную в трудах Жданова В.Ю., Жданова И.Ю., Игониной Л.Л. и Куприяновой Л.М.

При написании работы были использованы законодательные акты Республики Казахстан, научно-учебная литература и материалы периодической печати.

1 Теоретические аспекты взаимосвязи цифровизации и экономических показателей

Цифровизация представляет собой процесс, при котором цифровые технологии используются для трансформации бизнес-модели, создания новых источников доходов и возможности для создания ценности. Она включает в себя интеграцию цифровых инструментов и систем в различные аспекты бизнес-деятельности - от управления и коммуникации до производства и обслуживания клиентов [21].

В настоящей эпохе в сфере бизнеса неотъемлемым условием успеха является внедрение цифровых технологий. Они являются необходимыми средствами для того, чтобы предприятия могли удержаться на рынке и обеспечить непрерывный рост. Это позволяет организациям адаптироваться к быстро меняющимся рыночным условиям, соответствовать ожиданиям клиентов и оптимизировать свои процессы для повышения эффективности и производительности [18].

Наряду с бизнес-инновациями цифровизация - развитие цифровых инноваций - является одним из важнейших бизнес-трендов для будущего экономики. Компаниям необходимо разработать цифровые стратегии и сосредоточиться на ключевых факторах успеха цифровой трансформации.

Цифровизация имеет множество различных аспектов. Например, термин цифровая трансформация описывает постепенный переход существующих экономических и социальных систем в цифровую эпоху.

Термин «цифровой прорыв» описывает радикальные изменения, вызванные инновационными цифровыми бизнес-моделями.

Цифровизация - это общий термин для цифровой трансформации экономики. В последние годы – примерно с 2000 года – различные цифровые технологии (мобильный Интернет, искусственный интеллект, Интернет вещей и т.д.) получили кардинальное развитие и перешли из экспертного применения в повседневную жизнь людей [6].

Точно так же, как изобретение парового двигателя и распространение электричества изменили общество, цифровизация изменила экономику и общество.

Цифровизация движима технологиями. Цифровые инновации создаются на основе новых цифровых технологий: новаторских вариантов использования, управляемых, с одной стороны, устоявшимися компаниями, а с другой - стартапами и венчурным капиталом [12].

Это приводит к цифровизации различных отраслей. В то время как, например, госуправление по-прежнему часто принимает только бумажные документы и работает с файлами, рынки меняются гораздо быстрее. Музыкальная и медиаиндустрия первыми ощутили на себе влияние цифровизации. За ним последовала розничная торговля [9].

Практически все отрасли в настоящее время затронуты различными областями цифровизации и цифровой трансформации.

Цифровизацию стимулирует распространение доступа в Интернет. По состоянию на 2023 год 5,07 миллиарда человек по всему миру пользуются Интернетом. 63,5% населения мира имеют доступ к Интернету.

Благодаря доступности мобильных телефонов за год число пользователей Интернета увеличилось более чем на 170 миллионов человек. Сообщается, что пользователи Интернета увеличиваются в годовом исчислении на 3,5%.

Менее 3 миллиардов человек не подключены к Интернету в Южной и Восточной Азии и Африке.

92,1% интернет-пользователей используют мобильные телефоны для работы в Интернете. 60% мирового веб-трафика приходится на пользователей мобильных телефонов.

Более двух третей пользователей Интернета во всем мире используют ноутбуки и настольные компьютеры для своей онлайн-деятельности.

По состоянию на март 2023 года глобальный охват социальных сетей вырос до 4,74 миллиарда человек. В период с октября 2021 по 2022 год к социальным сетям присоединились 190 миллионов интернет-пользователей.

Цифровизация позволяет не только добиться эффективности или конкурентоспособности национальной экономики, но и избавиться от пресловутого влияния человеческого фактора.

И в этом смысле она привлекательна не только для частного сектора, но и для общественности, так как это снижает влияние бюрократии и коррупции.

Уже исходя из предоставленных выше данных, можно с уверенностью предположить, что цифровизация деятельности отдельного предприятия должна положительно сказываться на его экономических показателях [22].

В заключение главы следует отметить, что развитие цифровых технологий и как следствие цифровизация приводят к существенным изменениям почти во всех отраслях экономики. И экспертное заключение таково, что эти изменения в перспективе будут только нарастать.

1.1 Особенности проектов цифровизации на инновационных предприятиях

Цифровизация промышленных организаций уже давно отстает от ритейлеров и B2B-компаний. Но пандемия 2020 года в некотором смысле вынудила многие отрасли внедрять больше цифровых решений для охвата клиентов и продолжения предоставления услуг без ущерба для безопасности. В опросе 2020 года целых 97% респондентов заявили, что пандемии ускорили промышленную цифровизацию в их организациях [8].

Промышленная цифровизация представляет собой процесс интеграции цифровых инструментов, рабочих процессов и подходов во все аспекты бизнеса внутри организации. Организации из любой отрасли и вертикали

могут внедрить этот процесс, чтобы стать более гибкими, эффективными и ориентированными на ценность.

Цифровая трансформация часто связана с Индустрией 4.0, промышленным IoT (Интернетом вещей), интеллектуальным производством, искусственным интеллектом (ИИ), дополненной и виртуальной реальностью, большими данными, робототехникой и машинным обучением (МО). Однако цифровизация выходит за рамки простого внедрения цифровых инструментов. Этот процесс также влияет на другие аспекты бизнеса, включая людей, процессы и технологии [13].

Вот почему промышленную цифровизацию можно рассматривать как радикальное переосмысление того, как люди работают в каждом отделе, сдвиг, который выходит за рамки традиционных ролей и заставляет всех принимать непрерывные изменения и работать более взаимосвязанным образом во всей организации. Цель состоит в том, чтобы внести фундаментальные изменения в то, как организация функционирует и как она взаимодействует со своими клиентами. В то время как результатом является значительное улучшение бизнес-показателей.

Цифровизация позволяет использовать инновации бесперебойно, на постоянной основе, при этом отсеивая неэффективные решения и заменяя их другими (например, более новыми, нужными в конкретный период времени в конкретной экономической среде). Это дает возможность моделировать и симулировать любой процесс на промышленном предприятии, создавая цифровой двойник компании, выявляя и устраняя слабые стороны процессов, а также развивая изнутри управленческую деятельность [39].

Цифровые двойники - не совсем новая концепция в мире. Эти виртуальные активы, используемые в таких отраслях, как управление зданиями и нефтегазовая отрасль, годами помогают экспертам удаленно ориентироваться в среде.

В действительности, текущее состояние цифровых двойников все еще находится в зачаточном состоянии и является в большей степени модным

словечком, чем расширенные варианты использования, которые, как можно ожидать, появятся в течение следующего десятилетия.

Цифровой двойник представляет собой виртуальный клон реального объекта или продукта, который способен не только отслеживать, но и осуществлять анализ и оптимизацию его характеристик с целью дальнейшего совершенствования [32].

С самого возникновения концепции цифровых двойников в 2002 году прошло достаточно времени, чтобы ее реализовали в полной мере только в 2010-х. Развитие облачных вычислений, больших данных, Интернета вещей и искусственного интеллекта становилось все более значимым, что способствовало осуществлению данной идеи.

Пример цифрового двойника представлен на рисунке 1.



Рисунок 1 - Пример цифрового двойника

Цифровые двойники могут иметь различную сложность в зависимости от требований и необходимого объема обрабатываемой информации. Итак, при создании цифрового двойника следует определиться с его функциями: будет ли он просто следить за прототипом, или предупреждать об

отклонениях и предлагать решения на основе расширенной аналитики данных [34].

Майкл Гривс в своих работах выделяет следующие типы цифровых двойников представленных на рисунке 2.

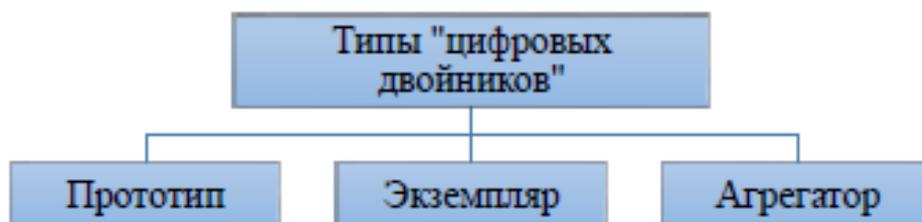


Рисунок 2 – Классификация цифровых двойников по используемой технологии

Суть цифровых двойников заключается в создании «живого» и динамичного цифрового представления физического объекта. Такая модель обновляется каждый раз, когда реальный объект претерпевает изменения. Более того, цифровой двойник способен обучаться, впитывая знания от людей, машин и своего окружения [38].

Виртуальные модели делятся на три категории в зависимости от того, что они моделируют.

Можно выделить следующие этапы создания цифровых двойников [40]:

- сбор данных. В первую очередь исследователям предстоит агрегировать самые разные данные об активе: физические свойства, внешний вид, поведение в определенных условиях, взаимодействие с другими активами и прочее.
- моделирование. Используя собранные данные и программное обеспечение для моделирования, инженеры создают математическую модель, точно отражающую все особенности своего реального аналога. Модель имеет внешний вид, идентичный соответствующему объекту, включая все второстепенные детали, и ведет себя так же,

как исходный объект. AR, виртуальная реальность и 3D-технологии помогают с визуализацией.

- интеграция. Наконец, необходимо интегрировать актив с его цифровой моделью, чтобы обеспечить непрерывный мониторинг в режиме реального времени. Для этого актив оснащен датчиками и устройствами слежения, которые могут передавать данные на платформу IoT, где они будут визуализированы и проанализированы.

Другими словами, процесс создания цифрового двойника основан на использовании компьютерного моделирования. Затем к объекту подключаются датчики для сбора разнообразных данных в онлайн-режиме. Данные загружаются на облачную платформу IoT для обработки, где алгоритмы AI или ML анализируют их и определяют возможные сценарии. Таким образом, мы получаем работающую модель цифрового двойника.

Виртуальные копии могут применяться на всех этапах создания продукта, включая проектирование, производство, эксплуатацию и утилизацию [31].

На этапе проектирования инженеры разрабатывают различные варианты компьютерной модели, чтобы оценить и выбрать наиболее подходящие технические решения. После этого они определяют прототип цифрового двойника (DTP), содержащий все необходимые данные для описания и создания физической версии продукта.

На этапе производства верстка помогает достичь требуемых характеристик конечного продукта.

На этапе эксплуатации используется Digital Twin Instance (DTI). Это виртуальная копия конкретного образца продукта, с которым двойник остается связанным на протяжении своего жизненного цикла. Близнецы этого типа создаются на базе ДТП и дополнительно содержат информацию об истории изготовления изделий, использованных материалов их компонентах, статистики отказов, ремонта, замены узлов и их агрегатов,

контроле качества и т.д. Аналогичные изменения претерпевает ДТИ, как его физический экземпляр во время его работы [42].

На этапе утилизации также используется DTI.

Существует также Digital Twin Aggregate (DTA) - система управления информацией, которая имеет доступ к многочисленным цифровым двойникам семейства продуктов.

В технологии используются методы визуализации, позволяющие пользователям видеть внутренние проблемы физических объектов или процессов без физического доступа к ним и решать их без риска для здоровья и безопасности. Цифровые двойники также экономят время и деньги на разработке, тестировании, внедрении и модификации продуктов, систем и процессов.

Ниже рассмотрены платформы для создания и внедрения цифровых двойников.

Платформа Bentley iTwin представляет собой открытую облачную платформу для разработки инфраструктурных решений цифрового двойника. На платформе iTwin разработчики могут создавать различные приложения, для решения проблемы интеграции данных, визуализируют активы любого размера, отслеживают изменения и т.д.

iTwin Experience - это новый облачный продукт, позволяющий владельцам-операторам и их участникам получать представление о критически важной инфраструктуре за счет визуализации и навигации по цифровым двойникам. iTwin Experience ускоряет инициативы инженерных фирм по «цифровым интеграторам» по созданию и курированию цифровых двойников для конкретных активов, включая их собственные алгоритмы машинного обучения, аналитики и производительности активов [46].

Интерфейс сервисов iTwin представлен на рисунке 3.



Рисунок 3 - Сервисы iTwin

Платформа Willow, WillowTwin™ представляет собой цифровую копию физической инфраструктуры построенного актива, а также дает владельцам и операторам возможность сравнивать, анализировать, защищать и управлять несколькими активами в едином представлении. Интеллектуальные и аналитические возможности WillowTwin™ позволяют владельцам и операторам получать важную информацию для принятия решений на основе данных, повышения операционной эффективности, улучшения условий для пассажиров/арендаторов/пассажиров и формирования будущих стратегий управления активами [26].

Для Reekoh возможность работать с Willow и предлагать решения проблем интеграции промышленных данных, с которыми они столкнулись, была подтверждением глобальной потребности в решениях этой постоянно

растущей проблемы. Генеральный директор и основатель Reekoh Дейл Рэнкин и технический директор Аарон Уоткинс тесно сотрудничали с командой Willow, чтобы доказать, что Reekoh является идеальным решением как для их технических, так и для бизнес-требований.

Первые интеграционные решения Willow, использующие платформу Reekoh, уже запущены в производство на WillowTwin™ Marketplace, а до конца 2023 года уже запланировано большое количество интеграций.

Reekoh - это облако промышленной интеграции; отмеченная наградами интеграционная платформа и набор инструментов, которые сокращают время, затраты и риски, связанные с промышленной трансформацией. Reekoh обеспечивает гибкую интеграцию данных с минимальным кодом между всеми физическими (ОТ, IoT, IIoT) и цифровыми активами (ИТ) в широком спектре отраслевых сегментов (нефтегазовая промышленность, производство, инфраструктура, энергетика и т.д.) для ускорения цифровой зрелости корпоративные клиенты.

Willow - это цифровой двойник искусственного мира. С помощью программного обеспечения Willow создает цифровую копию построенного актива, который собирает и объединяет данные в «близнеца». Благодаря такому подходу Willow позволяет владельцам и операторам основных портфелей и инфраструктуры принимать более разумные, более проактивные решения на основе данных. Предоставляя аналитические данные на основе данных, Willow позволяет пользователям управлять более эффективно, внедрять операционные улучшения в масштабе и предоставлять своим жильцам расширенный и более удобный опыт.

WillowTwin™ предоставляет владельцам портфелей недвижимости и инфраструктурных сетей доступ к рынку приложений для различных вариантов использования, от проектирования и строительства до интеллектуального обслуживания, обслуживания арендаторов и многого другого. Willow Marketplace позволяет владельцам, менеджерам и арендаторам внедрять новейшие технологии интеллектуальных зданий в свои

активы без необходимости трудоемкой и дорогостоящей интеграции. С помощью Marketplace владельцы могут интегрировать несколько приложений во все свое портфолио или сеть без необходимости трудоемкой и дорогостоящей интеграции и с полным контролем над доступом к своим данным, управлением ими и их записью. Являясь открытой инновационной платформой, мы также позволяем стартапам и сторонним поставщикам внедрять инновации в новые приложения, чтобы лучше обслуживать поставщиков, строителей, владельцев, операторов и пользователей [43].

Инновационному промышленному предприятию, каковым является компания ТОО «KazTechInnovations», особенно актуально применение инновационных цифровых технологий. Промышленное производство имеет самый высокий уровень функциональности ИИ среди всех отраслей: 93% бизнес-лидеров сообщают, что он, по крайней мере, достаточно функционален в их компании.

Обеспечение качества может быть основным преимуществом искусственного интеллекта в производстве. Предприятия могут использовать модели машинного обучения для выявления отклонений от типичных критериев проектирования, недостатков или проблем согласованности, которые обычный человек мог бы не заметить.

Методы машинного обучения улучшают качество продукции, сокращая затраты и время, затрачиваемое на обеспечение качества.

Когда IoT связан с облачными вычислениями и виртуальной или дополненной реальностью, предприятия могут сообщать о производственной деятельности, делиться симуляциями и отправлять важную или актуальную информацию в режиме реального времени, независимо от местоположения.

Данные датчиков и радиомаяков помогают компаниям оценивать будущий спрос, быстро принимать производственные решения и ускорять взаимодействие между производителями и поставщиками. Это также помогает организациям понять поведение клиентов.

Учитывая необходимость значительных капиталовложений, многие компании опасаются применять ИИ в производственном секторе. Тем не менее, рентабельность инвестиций является существенной и со временем становится лучше. Предприятия получают выгоду от значительного снижения операционных расходов, поскольку повседневные задачи на заводе берут на себя интеллектуальные машины, а профилактическое обслуживание также поможет сократить время простоя машин.

Еще одним преимуществом искусственного интеллекта в производстве является профилактическое обслуживание. Можно обнаружить проблемы до того, как они возникнут, и гарантировать, что производство не будет остановлено из-за отказа оборудования, когда платформа ИИ может предсказать, какие компоненты необходимо обновить до того, как произойдет сбой.

Любое производственное предприятие должно работать посменно, используя трех рабочих в течение каждых 24 часов, чтобы продолжать работать круглосуточно.

Роботы с искусственным интеллектом могут круглосуточно работать на производственной линии и не уставать. Это позволяет увеличить производственные мощности, что становится все более важным для удовлетворения потребностей клиентов по всему миру [15].

Кроме того, роботы более эффективны во многих областях, включая сборочную линию, отделы комплектации и упаковки и многие другие области. Несколько аспектов бизнес-операций могут значительно сократить время оборота.

Оптимальной целью применения средств цифровизации является моделирование осуществляющихся бизнес-процессов и уменьшение негативных последствий путем их выявления до стадии производства.

На рисунке 4 представлены внешние и внутренние факторы, влияющие на инновационные процессы промышленного предприятия



Рисунок 4 - Внешние и внутренние факторы, влияющие на инновационные процессы промышленного предприятия

Эффективность инновационных бюджетов достигнута только в том случае, когда будут учтены все факторы, а именно наличие необходимых ресурсов, состав кадров, стратегия развития предприятия, скорость процессов инновации. Если какой-то фактор не будет учтен, скорость протекания инновационных процессов будет меньше. Для решения вышеизложенных проблем предлагается цифровизация процессов.

1.2 Понятие, элементы и уровни цифровизации предприятия

По своему прогрессу цифровизация отдельного предприятия можно разделить на пять этапов или уровней представленных на рисунке 5:

- 1-ый уровень: Локальная цифровизация (до 30% бизнес-процессов организации функционируют на основе современных цифровых технологий);

- 2-ой уровень: Частичная цифровизация (до 80% бизнес-процессов организации используют информационные технологии в своей работе);
- 3-ий уровень: Комплексная цифровизация (100% бизнес-процессов организации);
- 4-й уровень: «Умная» организация (комплексная цифровизация+икт взаимодействие с 50% контрагентов);
- 5-й уровень: Цифровая экосистема (комплексная цифровизация+икт взаимодействие с 60-100% контрагентов).

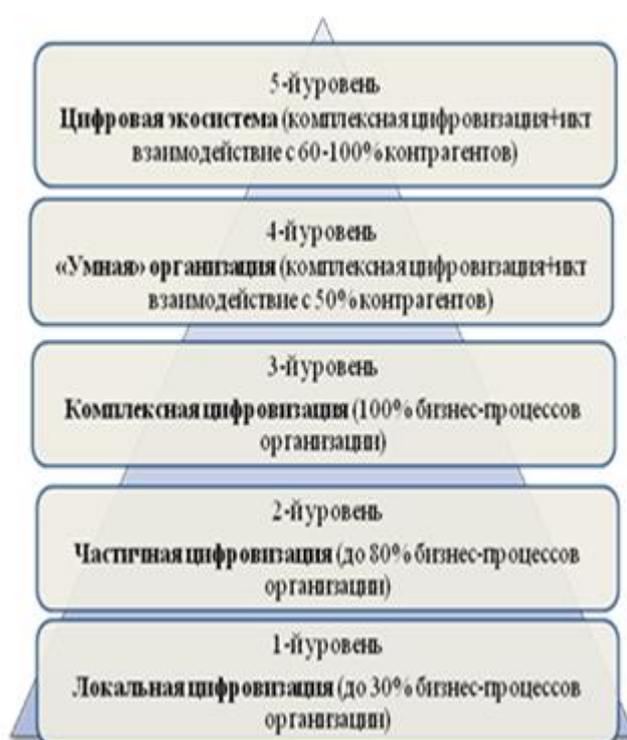


Рисунок 5 - Уровни цифровизации предприятия [30]

На пятом уровне компания полностью цифровая. Все процессы полностью управляются данными. Компания «рассчитывает» комплексный план из целевых значений (параметров). При этом программное обеспечение опирается на шаблоны, которые оно изучило за многие годы. Учитываются стратегические цели, а также экономические условия и текущие рыночные тенденции. С помощью программного обеспечения компания имеет доступ

ко всем каналам в Интернете и использует эту базу данных для определения тенденций.

Производство полностью автоматизировано. Роботы используются даже для задач технического обслуживания. Общение с клиентами полностью автоматизировано с помощью так называемых чат-ботов. Рекламные объявления персонализируются и автоматически передаются в каналы социальных сетей и размещаются как объявления в рекламных кампаниях[10].

Решения принимаются полностью автоматически на основе изученных шаблонов и predetermined правил. Компьютер может учитывать сотни параметров при принятии решения. Решения автоматически и полностью регистрируются для отслеживания.

Закупки полностью автоматизированы путем запроса необходимых товаров и услуг на специальных платформах для торгов, а затем программное обеспечение оценивает и принимает решения по различным предложениям. При этом прогнозируются поломки машин в производстве и определяются потребности в запасных частях [19,20].

Процессы программного обеспечения, а также машины постоянно и автоматически контролируются. Все соответствующие параметры записываются. Новые добавляются посредством непрерывного обучения. В случае отклонений запускаются процессы, которые автоматически устраняют причины (так называемое самовосстановление), например, путем перезапуска системы [37].

1.3 Методы комплексной оценки экономических показателей и уровня цифровизации предприятия

В настоящий момент времени существует большое количество методик оценки для прогнозирования и анализа экономических показателей [48]. Это

связано с тем, что проблема устойчивого развития стала актуальной раньше, чем проблема цифровизации.

Информационную базу для анализа составляют зарубежные и российские индексы (приложение А). Из зарубежных наиболее распространены такие методики, как:

- методика Dow Jones [5];
- методика MSCI ESG [4];
- методика FTSE4Good [3].

Во всех из них показатели группируются по аспектам стабильного развития экономики, социальной сферы, экологии. Некоторые учитывают политический аспект, отношения со стейкхолдерами.

Из российских можно выделить следующие:

- индексы корпоративной устойчивости и открытости [28];
- рейтинг ESG агентства Expert RA [29];
- исследование корпоративной открытости и самых крупных компаний РРС РФ.

Показатели оценки уровня цифровизации предприятий можно разделить на два вида: частные показатели степени и доли.

Частный показатель цифровизации рассчитывается по формуле 1 на основании цифровизации трех видов бизнес-процессов.

$$\text{Ц} = \sqrt{\frac{\text{Ц}_0^2 + \text{Ц}_В^2 + \text{Ц}_у^2}{3}}, \quad (1)$$

где:

Ц – частный показатель цифровизации;

Ц₀ – частный показатель цифровизации основных бизнес-процессов;

Ц_В – частный показатель цифровизации вспомогательных бизнес-процессов;

Ц_у – частный показатель цифровизации управленческих бизнес-процессов.

А частные показатели цифровизации основных, вспомогательных и управленческих бизнес-процессов, рассчитываются по формулам 2-4.

$$Ц_0 = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n Ц_{0i}}{k}}, \quad (2)$$

$$Ц_B = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n Ц_{Bi}}{k}}, \quad (3)$$

$$Ц_y = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n Ц_{yi}}{k}}. \quad (4)$$

По максимальному требованию к качеству управленческих решений рассчитывается требуемый уровень цифровизации бизнес-процесса.

Оценка качества – систематическое исследование степени, в которой продукт способен к выполнению указанных требований.

Оценка показателей качества программного обеспечения осуществляется различными методами [16].

Для оценки качества программного обеспечения выделяют два подхода:

- оценка качества законченного программного обеспечения;
- оценка качества процесса разработки программного обеспечения.

ГОСТ ИСО/МЭК 9126 – 3 содержит метод оценки качества программного обеспечения, который основан на модели качества программного обеспечения по типу трехуровневой иерархии. На первом уровне модели учитываются шесть факторов качества, на втором уровне – критерии качества, а на третьем уровне – метрики качества.

Модель оценки качества показана на рисунке 6. Она отображает основные этапы, которые требуются для оценки качества программного обеспечения.

Метод оценка качества состоит из трех этапов:

- а) определение требований к качеству программного обеспечения. Цель данного этапа: установление требований (они должны быть определенными к началу разработки) в терминах факторов и критериев качества;
- б) подготовка к оцениванию программного обеспечения. Цель данного этапа: подготовка к оцениванию. Она подразделяется на 3 стадии:
 - 1) выбор метрики качества;
 - 2) определение уровня ранжирования;
 - 3) определение критерия оценки.
- в) процесс оценки качества программного обеспечения. Данный этап осуществляется тремя стадиями:
 - 1) изменение;
 - 2) ранжирование;
 - 3) оценка.

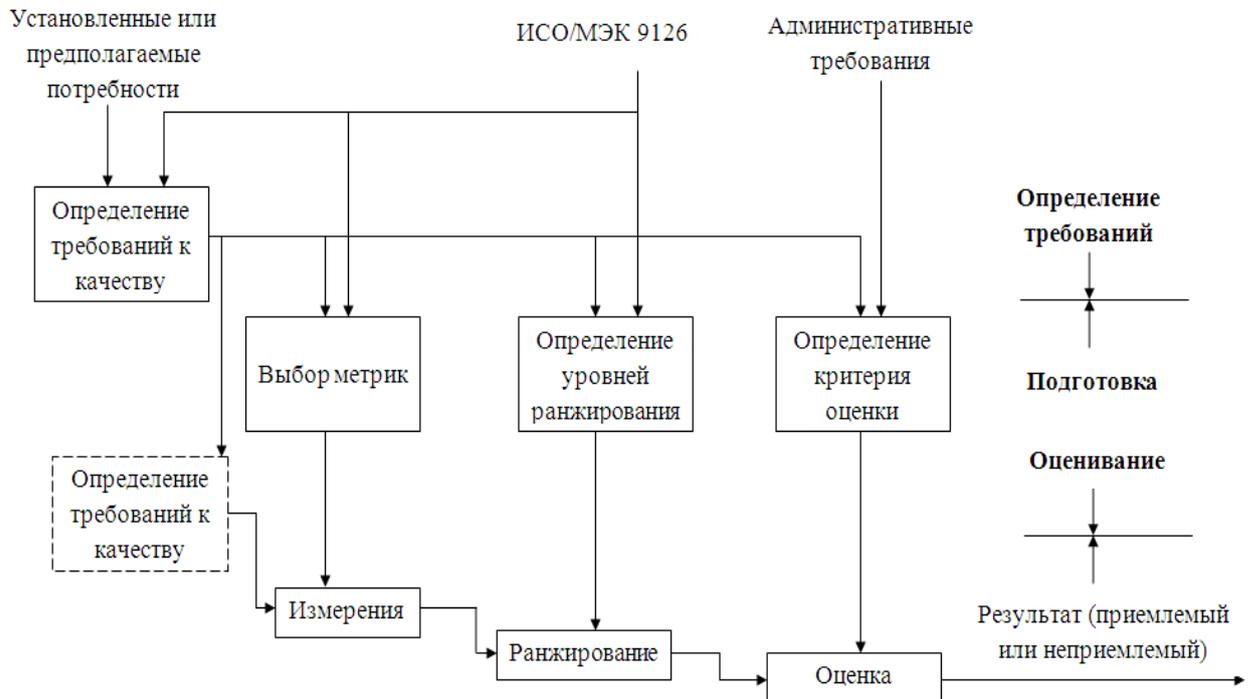


Рисунок 6 – Модель оценки качества по ГОСТ ИСО/МЭК 9126-3

Этот метод оценки качества, может быть применен в различных работах жизненного цикла для каждого элемента программного обеспечения.

Однако, этот метод имеет определенные недостатки. Во-первых, отсутствуют рекомендуемые варианты метрик, а во-вторых, данный метод представлен только в виде модели, что затрудняет его применение на практике.

Модель, которая положена в основу метода оценки качества по ГОСТ 25000-2009, показана на рисунке 7. Суть данного метода: меры определяют критерии качества, но основе этих критериев вычисляется оценка отдельных факторов и уже на основе полученных факторов, будет получена интегральная оценка качества [35].



Рисунок 7 – Модель оценки качества

Интегральная оценка качества p^Q рассчитывается по формуле 5:

$$p^Q = \frac{\sum_{k=1}^K (P_k^X \cdot V_k^X)}{\sum_{k=1}^K V_k^X}, \quad (5)$$

где:

P_k^X – оценка, k – ого фактора качества;

V_k^X – весовой коэффициент k – ого фактора качества, при этом

$$\sum_{k=1}^K V_k^X = 1.$$

Для вычисления уровня важности отдельных факторов и критериев применяются весовые коэффициенты V_k , они определяются методом экспертных оценок.

Также рассмотрим методы оценки экономической эффективности внедрения информационных систем.

На текущий момент выделяются следующие основные методы, которые позволяют определить эффект от внедрения информационных систем: вероятностные, количественные и качественные методы.

Чистый приведенный доход/стоимость рассчитывается по принципу дисконтирования. Суть дисконтирования в том, что будущие денежные доходы приводятся к настоящему времени. Дисконтирование считается по формуле 6:

$$P_v = P / (1 + rt), \quad (6)$$

где:

P_v – это приведенная сумма;

P – это не приведенная сумма;

r – это ставка дисконтирования;

t – это время, когда ожидается сумма.

Ставка дисконтирования представляет собой процентную ставку, которая используется для пересчета. Это, например, может быть ставка рефинансирования, процентная ставка по банковскому кредиту и т.п.

Для определения чистого приведенного дохода используются прогнозируемые денежные потоки, которые связаны с планируемыми вложениями. Для расчета используется формула 7:

$$NPV = \sum_{i=1}^N \frac{NCF_i}{(1+r)^i} - Inv, \quad (7)$$

где:

NCF_i – это чистый денежный поток для i -го периода;

Inv – это начальные вложения;

r – ставка дисконтирования.

Если $NPV > 0$, то инвестиции капитала считаются эффективными.

IRR, сокращенно от внутренней нормы доходности, представляет собой показатель, используемый для демонстрации прибыльности потенциального проекта или инвестиции. Компании используют его при составлении бюджета капитала при принятии решения о том, куда инвестировать свои деньги, а IRR часто используется в сфере недвижимости для оценки инвестиций и рассчитывается по формуле 8:

$$IRR = r, \text{ при котором } NPV = f(r) = 0 \quad (8)$$

Положительная IRR означает, что ожидается, что проект или инвестиция принесут организации некоторую ценность.

Однако отрицательная IRR может возникнуть математически, если денежные потоки проекта попеременно будут положительными и отрицательными в течение его ожидаемого срока. Отрицательная IRR указывает на более сложный поток денежных средств, что может сделать этот показатель менее полезным.

Внутренняя норма доходности используется для оценки проектов или инвестиций. IRR оценивает ставку дисконтирования безубыточности проекта (или норму прибыли), которая указывает на потенциал прибыльности проекта.

На основании IRR компания принимает решение принять или отклонить проект. Если IRR нового проекта превышает требуемую норму прибыли компании, этот проект, скорее всего, будет принят. Если IRR падает ниже требуемой нормы доходности, проект следует отклонить.

Помимо проектов, IRR можно рассчитывать и по другим активам, включая акции и облигации.

IRR и NPV обычно используются в тандеме друг с другом, но это не одно и то же. IRR измеряет норму прибыли в процентах, а NPV показывает, сколько богатства создается благодаря проекту в долларах [2].

Внутренняя норма доходности - это ставка дисконтирования, при которой чистая приведенная стоимость всех денежных потоков (положительных и отрицательных) становится равной нулю для конкретного проекта или инвестиции.

Ни один из двух показателей не следует использовать по отдельности. Их следует использовать вместе с другими показателями, чтобы определить, имеют ли смысл инвестиции.

Срок окупаемости - это количество времени, которое потребуется инвестициям для создания достаточного денежного потока для погашения всей суммы инвестиций:

$$T_{ок} = n, \text{ при котором } \sum_{t=1}^n CF_t > I_0, \quad (9)$$

где:

$T_{ок}$ – это срок окупаемости инвестиций;

n – это число периодов;

CF_t – это приток денежных средств в период t ;

I_0 – величина исходных инвестиций в нулевой период.

Формула периода окупаемости - это инструмент, который может быть невероятно полезен компаниям при прогнозировании финансового риска проекта. При анализе результатов следует стремиться к максимально короткому периоду окупаемости. Потому что тогда можно начать зарабатывать деньги, выходящие за рамки инвестиций.

Период окупаемости, учитываемый характером проекта, часто используется в качестве начального анализа и позволяет оценить

окупаемость инвестиций без специальных технических знаний. Это простая мера риска, которая указывает на скорость, с которой можно ожидать возврата средств от инвестиций.

Сроки окупаемости могут определяться от различного начального момента: от начала осуществления проекта, от даты ввода в действие первого пускового комплекса, от завершения периода освоения проектной мощности и т.д. При оценке эффективности ИП величина срока окупаемости может служить только ограничением: среди проектов, удовлетворяющих заданному ограничению, дальнейший отбор по этому показателю производиться не должен) [17].

Показатели чистого дохода ЧД и чистого дисконтированного дохода ЧДД для всех характеристик эффективности должны быть положительными. При сравнении по этим показателям различных вариантов одного и того же проекта предпочтение отдается варианту с более высоким значением ЧДД.

Индексы доходности затрат и дисконтированных затрат для всех видов эффективности должны быть больше единицы. Близость индекса доходности дисконтированных затрат к 1 может свидетельствовать о невысокой устойчивости проекта к возможным колебаниям доходов и расходов. Индексы доходности инвестиций (ИД и ИДД) также должны быть больше 1. Эти индексы могут применяться при выборе проектов для финансирования.

ПФ. Значение показателя ПФ ненормируемо. Чем меньше абсолютная величина ПФ, тем меньшее количество денежных средств должно привлекаться для осуществления проекта из источников финансирования, внешних по отношению к проекту [25].

Совокупная стоимость владения.

Общая стоимость владения (ТСО) - это метод, используемый для определения того, какие активы являются наиболее рентабельными для бизнеса. Можно использовать совокупную стоимость владения, чтобы выяснить, обходятся ли определенные активы дороже, чем следовало бы, и не пора ли их заменить.

Проще говоря, совокупная стоимость владения - это цена покупки актива плюс затраты на его эксплуатацию и техническое обслуживание. Каждый рубль, который тратится на его покупку, эксплуатацию и поддержание в рабочем состоянии в течение всего срока службы, является частью совокупной стоимости владения [36].

Важно убедиться, что учитываются все расходы, связанные с обслуживанием активов, чтобы рассчитать точную совокупную стоимость владения, включая расходы на рабочую силу, запчасти и поставщиков.

Качественные методы

Качественные методы в основном включают: систему сбалансированных показателей, метод информационной экономики и управление портфелем активов.

Сбалансированная система показателей (BSC) - это комплексная метрика производительности, которая помогает организациям выявлять и исправлять внутренние проблемы с помощью эффективного планирования, стратегии и реализации [14].

Она включает в себя обратную связь, информацию и данные, необходимые для управления операциями. Коммерческие компании первыми внедрили эту систему, но сейчас ею пользуются и многие другие организации.

Система сбалансированных показателей позволяет определить эффективность управления и сделать более эффективные организационные решения в будущем на основе анализа прошлой производительности.

Метод информационной экономики

Суть данного метода состоит в том, что управленцами компании и ИТ-отделом ставятся приоритеты в развитии бизнеса и выделяются приоритеты критериев проекта (до проекта внедрения ИС). Далее проект будет оцениваться на соответствие выбранным критериям [44].

Преимущество метода информационной экономики заключается в том, что ожидаемый качественный эффект от проекта внедрения ИС сравнивается с желаемыми результатами.

Вероятностные методы

Среди вероятностных методов наиболее распространены метод прикладной информационной экономики и метод справедливой цены опциона. Метод прикладной информационной экономики основан на вычислении вероятности достижения каждой из целей проекта внедрения информационных систем, а затем определении вероятности улучшений в бизнес-процессах организации. Этот метод подходит для тех, кто не доверяет скользкой шкале анализа риска метода совокупного экономического эффекта, не принимает во внимание рекомендации метода совокупной стоимости владений и предпочитает использовать систему сбалансированных показателей.

Метод прикладной информационной экономики является наилучшим выходом для тех, кому нужна качественная и статистически правильная методика анализа рисков, которая сможет предостеречь руководителей, которые в недостаточной мере владеют предметом [23].

Недостаток метода заключается в большом объеме расчетов. Также этот метод хорош для анализа дорогих проектов внедрения ИС.

Также для оценки эффективности могут быть использованы «Методические рекомендации по оценке эффективности инвестиционных проектов» (утв. Минэкономки РФ, Минфином РФ, Госстроем РФ 21.06.1999 N ВК 477), не описывающие конкретный алгоритм для всех практических случаев [1].

В данной методике рекомендуется оценивать следующие виды эффективности:

- эффективность проекта в целом;
- эффективность участия в проекте.

Эффективность проекта в целом оценивается с целью определения потенциальной привлекательности проекта для возможных участников и поисков источников финансирования. Она включает в себя:

- общественную (социально-экономическую) эффективность проекта;
- коммерческую эффективность проекта.

Показатели общественной эффективности учитывают социально-экономические последствия осуществления ИП для общества в целом, в том числе как непосредственные результаты и затраты проекта, так и «внешние»: затраты и результаты в смежных секторах экономики, экологические, социальные и иные внеэкономические эффекты. «Внешние» эффекты рекомендуется учитывать в количественной форме при наличии соответствующих нормативных и методических материалов. В отдельных случаях, когда эти эффекты весьма существенны, при отсутствии указанных документов допускается использование оценок независимых квалифицированных экспертов. Если «внешние» эффекты не допускают количественного учета, следует провести качественную оценку их влияния. Эти положения относятся также к расчетам региональной эффективности.

Показатели коммерческой эффективности проекта учитывают финансовые последствия его осуществления для участника, реализующего ИП, в предположении, что он производит все необходимые для реализации проекта затраты и пользуется всеми его результатами.

Показатели эффективности проекта в целом характеризуют с экономической точки зрения технические, технологические и организационные проектные решения [27].

Эффективность участия в проекте определяется с целью проверки реализуемости ИП и заинтересованности в нем всех его участников.

Эффективность участия в проекте включает:

- эффективность участия предприятий в проекте (эффективность ИП для предприятий-участников);

- эффективность инвестирования в акции предприятия (эффективность для акционеров акционерных предприятий - участников ИП);
- эффективность участия в проекте структур более высокого уровня по отношению к предприятиям - участникам ИП, в том числе:
- региональную и народнохозяйственную эффективность - для отдельных регионов и народного хозяйства РФ;
- отраслевую эффективность - для отдельных отраслей народного хозяйства, финансово-промышленных групп, объединений предприятий и холдинговых структур;
- бюджетную эффективность ИП (эффективность участия государства в проекте с точки зрения расходов и доходов бюджетов всех уровней).

В основу оценок эффективности ИП положены следующие основные принципы, применимые к любым типам проектов независимо от их технических, технологических, финансовых, отраслевых или региональных особенностей:

- рассмотрение проекта на протяжении всего его жизненного цикла (расчетного периода) - от проведения прединвестиционных исследований до прекращения проекта;
- моделирование денежных потоков, включающих все связанные с осуществлением проекта денежные поступления и расходы за расчетный период с учетом возможности использования различных валют;
- сопоставимость условий сравнения различных проектов (вариантов проекта);
- принцип положительности и максимума эффекта. Для того чтобы ИП, с точки зрения инвестора, был признан эффективным, необходимо, чтобы эффект реализации порождающего его проекта был положительным; при сравнении альтернативных ИП

предпочтение должно отдаваться проекту с наибольшим значением эффекта;

- учет фактора времени. При оценке эффективности проекта должны учитываться различные аспекты фактора времени, в том числе динамичность (изменение во времени) параметров проекта и его экономического окружения; разрывы во времени (лаги) между производством продукции или поступлением ресурсов и их оплатой; неравноценность разновременных затрат и/или результатов (предпочтительность более ранних результатов и более поздних затрат);
- учет только предстоящих затрат и поступлений. При расчетах показателей эффективности должны учитываться только предстоящие в ходе осуществления проекта затраты и поступления, включая затраты, связанные с привлечением ранее созданных производственных фондов, а также предстоящие потери, непосредственно вызванные осуществлением проекта (например, от прекращения действующего производства в связи с организацией на его месте нового). Ранее созданные ресурсы, используемые в проекте, оцениваются не затратами на их создание, а альтернативной стоимостью (opportunity cost), отражающей максимальное значение упущенной выгоды, связанной с их наилучшим возможным альтернативным использованием. Прошлые, уже осуществленные затраты, не обеспечивающие возможности получения альтернативных (т.е. получаемых вне данного проекта) доходов в перспективе (невозвратные затраты, sunk cost), в денежных потоках не учитываются и на значение показателей эффективности не влияют.

Перед проведением оценки эффективности экспертно определяется общественная значимость проекта. Общественно значимыми считаются крупномасштабные, народнохозяйственные и глобальные проекты.

Далее оценка проводится в два этапа. На первом этапе рассчитываются показатели эффективности проекта в целом. Цель этого этапа - агрегированная экономическая оценка проектных решений и создание необходимых условий для поиска инвесторов. Для локальных проектов оценивается только их коммерческая эффективность и, если она оказывается приемлемой, рекомендуется непосредственно переходить ко второму этапу оценки. Для общественно значимых проектов оценивается в первую очередь их общественная эффективность. При неудовлетворительной общественной эффективности такие проекты не рекомендуются к реализации и не могут претендовать на государственную поддержку. Если же их общественная эффективность оказывается достаточной, оценивается их коммерческая эффективность.

При недостаточной коммерческой эффективности общественно значимого ИП рекомендуется рассмотреть возможность применения различных форм его поддержки, которые позволили бы повысить коммерческую эффективность ИП до приемлемого уровня.

Если источники и условия финансирования уже известны, оценку коммерческой эффективности проекта можно не производить.

Второй этап оценки осуществляется после выработки схемы финансирования. На этом этапе уточняется состав участников и определяются финансовая реализуемость и эффективность участия в проекте каждого из них (региональная и отраслевая эффективность, эффективность участия в проекте отдельных предприятий и акционеров, бюджетная эффективность и пр.).

Для локальных проектов на этом этапе определяется эффективность участия в проекте отдельных предприятий-участников, эффективность инвестирования в акции таких акционерных предприятий и эффективность участия бюджета в реализации проекта (бюджетная эффективность). Для общественно значимых проектов на этом этапе в первую очередь определяется региональная и в случае, если она удовлетворительна,

дальнейший расчет производится так же, как и для локальных проектов. При необходимости на этом этапе может быть оценена также отраслевая эффективность проекта.

Оценка эффективности ИП должна осуществляться на стадиях:

- разработки инвестиционного предложения и декларации о намерениях (экспресс - оценка инвестиционного предложения);
- разработки «Обоснования инвестиций»;
- разработки ТЭО (проекта);
- осуществления ИП (экономический мониторинг).

Принципы оценки эффективности ИП одинаковы на всех стадиях. Оценка может различаться по видам рассматриваемой эффективности, а также по набору исходных данных и степени подробности их описания.

На разных стадиях оценки эффективности ИП в соответствии с результатами расчетов и требованиями заказчика (коммерческие банки, государство и др.) может формироваться финансовый раздел бизнес-плана ИП.

На стадии разработки инвестиционного предложения во многих случаях можно ограничиться оценкой эффективности ИП в целом. Схема финансирования проекта может быть намечена в самых общих чертах (в том числе по аналогии, на основании экспертных оценок) [1].

При разработке Обоснования инвестиций и ТЭО (проекта) должны оцениваться все приведенные выше виды эффективности. При этом:

- на стадии разработки обоснования инвестиций схема финансирования может быть ориентировочной;
- на стадии разработки ТЭО (проекта) должны использоваться реальные исходные данные, в том числе и по схеме финансирования.

В процессе экономического мониторинга ИП рекомендуется оценивать и сопоставлять с исходным расчетом только показатели эффективности участия предприятий в проекте. Если при этом обнаруживается, что показатели эффективности, полученные при исходном расчете, не

достигаются, рекомендуется на основании расчета эффективности инвестиций для участников ИП с учетом только предстоящих затрат и результатов рассмотреть вопрос о целесообразности продолжения проекта, введения в него изменений и т.д., после чего пересчитать эффективность участия предприятия-проектостроителя и эффективность инвестирования в акции других участников (в частности, для оценки степени привлекательности проекта для акционеров).

Для решения задач анализа может оказаться необходимым учитывать все затраты по проекту, а не только предстоящие.

В качестве основных показателей, используемых для расчетов эффективности ИП, рекомендуются:

- чистый доход;
- чистый дисконтированный доход;
- внутренняя норма доходности;
- потребность в дополнительном финансировании (другие названия - ПФ, стоимость проекта, капитал риска);
- индексы доходности затрат и инвестиций;
- срок окупаемости;
- группа показателей, характеризующих финансовое состояние предприятия - участника проекта.

Условия финансовой реализуемости и показатели эффективности рассчитываются на основании денежного потока, конкретные составляющие которого зависят от оцениваемого вида эффективности.

На разных стадиях расчетов в соответствии с их целями и спецификой ПФ финансовые показатели и условия финансовой реализуемости ИП оцениваются в текущих или прогнозных ценах. Остальные показатели определяются в текущих или дефлированных ценах.

Чистым доходом (другие названия - ЧД, Net Value, NV) называется накопленный эффект (сальдо денежного потока) за расчетный период:

$$\text{ЧД} = \sum_m \varphi_m, \quad (10)$$

где суммирование распространяется на все шаги расчетного периода.

Важнейшим показателем эффективности проекта является чистый дисконтированный доход (другие названия - ЧДД, интегральный эффект, Net Present Value, NPV) - накопленный дисконтированный эффект за расчетный период. ЧДД рассчитывается по формуле 11:

$$\text{ЧДД} = \sum_m \varphi_m \alpha_m(E) \quad (11)$$

ЧД и ЧДД характеризуют превышение суммарных денежных поступлений над суммарными затратами для данного проекта соответственно без учета и с учетом неравноценности эффектов (а также затрат, результатов), относящихся к различным моментам времени.

Разность ЧД - ЧДД нередко называют дисконтом проекта.

Для признания проекта эффективным с точки зрения инвестора необходимо, чтобы ЧДД проекта был положительным; при сравнении альтернативных проектов предпочтение должно отдаваться проекту с большим значением ЧДД (при выполнении условия его положительности).

Внутренняя норма доходности (другие названия - ВНД, внутренняя норма дисконта, внутренняя норма рентабельности, Internal Rate of Return, IRR). В наиболее распространенном случае ИП, начинающихся с (инвестиционных) затрат и имеющих положительный ЧД, внутренней нормой доходности называется положительное число E_B , если:

- при норме дисконта $E = E_B$ чистый дисконтированный доход проекта обращается в 0;
- это число единственное.

В более общем случае внутренней нормой доходности называется такое положительное число E_B , что при норме дисконта $E = E_B$ чистый дисконтированный доход проекта обращается в 0, при всех больших

значениях E - отрицателен, при всех меньших значениях E - положителен. Если не выполнено хотя бы одно из этих условий, считается, что ВНД не существует.

Для оценки эффективности ИП значение ВНД необходимо сопоставлять с нормой дисконта E . Инвестиционные проекты, у которых $\text{ВНД} > E$, имеют положительный ЧДД и поэтому эффективны. Проекты, у которых $\text{ВНД} < E$, имеют отрицательный ЧДД и потому неэффективны.

ВНД может быть использована также:

- для экономической оценки проектных решений, если известны приемлемые значения ВНД (зависящие от области применения) у проектов данного типа;
- для оценки степени устойчивости ИП по разности $\text{ВНД} - E$;
- для установления участниками проекта нормы дисконта по данным о внутренней норме доходности альтернативных направлений вложения ими собственных средств.

Для оценки эффективности ИП за первые k шагов расчетного периода рекомендуется использовать следующие показатели:

текущий чистый доход (накопленное сальдо):

$$\text{ЧД}(k) = \sum_{m=0}^k \varphi_m \quad (12)$$

текущий чистый дисконтированный доход (накопленное дисконтированное сальдо):

$$\text{ЧДД}(k) = \sum_{m=0}^k \varphi_m \alpha_m(E) \quad (13)$$

текущую внутреннюю норму доходности (текущая ВНД), определяемая как такое число $\text{ВНД}(k)$, что при норме дисконта $E = \text{ВНД}(k)$ величина $\text{ЧДД}(k)$ обращается в 0, при всех больших значениях E - отрицательна, при

всех меньших значениях E - положительна. Для отдельных проектов и значений текущая ВНД может не существовать.

Сроком окупаемости («простым» сроком окупаемости, *payback period*) называется продолжительность периода от начального момента до момента окупаемости. Начальный момент указывается в задании на проектирование (обычно это начало нулевого шага или начало операционной деятельности). Моментом окупаемости называется тот наиболее ранний момент времени в расчетном периоде, после которого текущий чистый доход $ЧД(k)$ становится и в дальнейшем остается неотрицательным.

При оценке эффективности срок окупаемости, как правило, выступает только в качестве ограничения.

Сроком окупаемости с учетом дисконтирования называется продолжительность периода от начального момента до «момента окупаемости с учетом дисконтирования». Моментом окупаемости с учетом дисконтирования называется тот наиболее ранний момент времени в расчетном периоде, после которого текущий чистый дисконтированный доход $ЧДД(k)$ становится и в дальнейшем остается неотрицательным.

Потребность в дополнительном финансировании (ПФ) - максимальное значение абсолютной величины отрицательного накопленного сальдо от инвестиционной и операционной деятельности (см. ниже). Величина ПФ показывает минимальный объем внешнего финансирования проекта, необходимый для обеспечения его финансовой реализуемости. Поэтому ПФ называют еще капиталом риска. Следует иметь в виду, что реальный объем требуемого финансирования не обязан совпадать с ПФ и, как правило, превышает его за счет необходимости обслуживания долга.

Потребность в дополнительном финансировании с учетом дисконта (ДПФ) - максимальное значение абсолютной величины отрицательного накопленного дисконтированного сальдо от инвестиционной и операционной деятельности (см. ниже). Величина ДПФ показывает минимальный

дисконтированный объем внешнего финансирования проекта, необходимый для обеспечения его финансовой реализуемости.

Индексы доходности характеризуют (относительную) «отдачу проекта» на вложенные в него средства. Они могут рассчитываться как для дисконтированных, так и для недисконтированных денежных потоков. При оценке эффективности часто используются:

- индекс доходности затрат - отношение суммы денежных притоков (накопленных поступлений) к сумме денежных оттоков (накопленным платежам);
- индекс доходности дисконтированных затрат - отношение суммы дисконтированных денежных притоков к сумме дисконтированных денежных оттоков;
- индекс доходности инвестиций (ИД) - отношение суммы элементов денежного потока от операционной деятельности к абсолютной величине суммы элементов денежного потока от инвестиционной деятельности. Он равен увеличенному на единицу отношению ЧД к накопленному объему инвестиций;
- индекс доходности дисконтированных инвестиций (ИДД) - отношение суммы дисконтированных элементов денежного потока от операционной деятельности к абсолютной величине дисконтированной суммы элементов денежного потока от инвестиционной деятельности. ИДД равен увеличенному на единицу отношению ЧДД к накопленному дисконтированному объему инвестиций.

При расчете ИД и ИДД могут учитываться либо все капиталовложения за расчетный период, включая вложения в замещение выбывающих основных фондов, либо только первоначальные капиталовложения, осуществляемые до ввода предприятия в эксплуатацию (соответствующие показатели будут, конечно, иметь различные значения).

Индексы доходности затрат и инвестиций превышают 1, если и только если для этого потока ЧД положителен.

Индексы доходности дисконтированных затрат и инвестиций превышают 1, если и только если для этого потока ЧДД положителен.

Как видно из анализа, существует множество подходов к оценке и прогнозированию эффективности проектов цифровизации. Но их недостаток в том, что они учитывают только экономический эффект, тогда как важно и наличие технического, экологического эффекта. Поэтому надо разработать подход, учитывающий все эти эффекты.

2 Анализ экономических показателей и уровня цифровизации проектов ТОО «KazTechInnovations»

2.1 Общая характеристика и структура управления ТОО «KazTechInnovations»

ТОО «KazTechInnovations» представляет собой инновационное научно-производственное предприятие, основным видом деятельности которого является разработка и производство высокотехнологичной радиоэлектронной аппаратуры.

Является производством полного цикла, структура предприятия включает собственное конструкторское бюро. Организация находится на территории СЭЗ «ПИТ Алатау».

Основные разработки KazTechInnovations:

- камеры IP-видеонаблюдения;
- метеостанции GGM;
- очки ORBI, снимающие видео в 360°;
- перспективный электрический беспилотник;
- приборы учета с интегрированными устройствами связи по единым стандартам;
- система электронных средств слежения;
- системы мониторинга и анализа загрязнений воздуха; люки из композитных материалов;
- технологии IoT для цифровизация ЖКХ.

Организационная структура рассматриваемого предприятия включает в себя следующие подразделения:

- отдел продаж;
- финансовый отдел;
- бухгалтерию;
- отдел закупок;

- отдел маркетинга;
- производственный отдел;
- ИТ-отдел.

Руководит деятельностью предприятия генеральный директор, которому подчиняются начальники отделов, а также заместитель генерального директора и главный бухгалтер, что показано на рисунке 8.

Производственный отдел включает в себя следующие цеха:

- цех металлообработки;
- цех аддитивных технологий;
- цех производства продукции из композитного материала;
- цех литья пластика и силикона;
- цех монтажа радиоэлектронной продукции;
- цех гальванических покрытий.

Наличие собственного конструкторского бюро позволяет решать задачи связанные с разработкой инновационной продукции.

Штат компании состоит из 40 человек, из которых высококвалифицированные специалисты в области радиоэлектронике, оптике, механики составляют 60% компании.

Композитный цех выпускает продукцию из различных материалов, в том числе:

- изготовление форм и молдов размерами до 2.5м;
- производство изделий из композитных материалов размером до 6м в длину методами вакуумной инфузии и пултрузии, напылением волокна и запекания в автоклаве и печи.

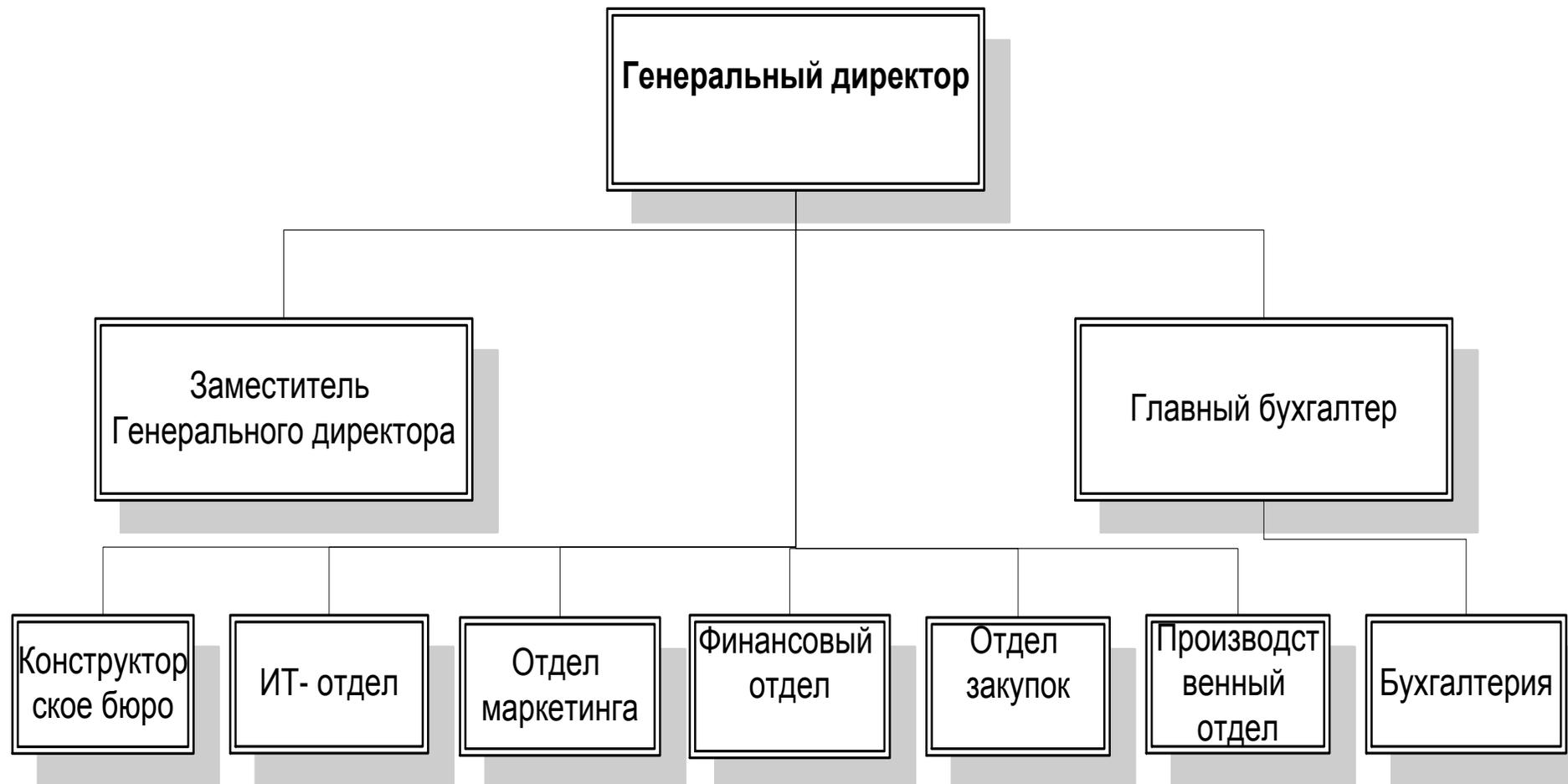


Рисунок 8 - Организационная структура управления ТОО «KazTechInnovations»

Цех монтажа компонентов включает в себя следующее оборудование:

- загрузчик для автоподачи печатных плат;
- трафаретный принтер для нанесения паяльной пасты на печатные платы;
- установщик компонентов для установки компонентов с ленты на печатные платы;
- 8 секционная конвекционная печь для оплавления припоя на собранных печатных платах;
- инспекция визуального контроля для выявления непропаяв и дефектов техпроцесса по средствам визуального контроля.

К основным направлениям деятельности также относятся:

- металлообработка и гальваника;
- деревообработка;
- работа с пластиком;
- 3D печать.

Конструкторское бюро является одним из основных подразделений компании, в состав которого входят специалисты высокого класса, владеющие передовыми технологиями, и на оснащении у которых имеется самая современная компьютерная техника.

Специализацией конструкторского бюро является разработка беспилотных летательных аппаратов, механический дизайн, макетирование и моделирование процессов:

- проектирование и полная комплектация (подбор оборудования, разработка технологии процесса и др.);
- прототипирование и испытания;
- проектирование и изготовление различных деталей и узлов;
- расчет с помощью специальных программ (ANSYS, Rhinoceros, AutoCAD, Solidworks);
- реверсный инжиниринг.

2.2 Анализ экономических показателей ТОО «KazTechInnovations»

Для анализа экономических показателей составлен рисунок (приложение Б).

В течение отчетного периода основные средства практически не выбывали и составили всего 13 тысяч рублей. Введены в эксплуатацию основные производственные фонды на общую сумму 1 713 тыс. рублей.

Структура активов и пассивов предприятия незначительно изменилась за отчетный период, что отражено в таблице 1.

Таблица 1 - Анализ состава и структуры доходов ТОО «KazTechInnovations»

Показатели	2022 г.		2023 г.		Δ		
	Сумма	Доля	Сумма	Доля	Δ±	темп	ΔД
Выручка	278,565	100	106,880	100	- 111,685	- 40,09	-
Валовая прибыль	237,895	85,3	120,880	72,4	- 117,015	- 40,19	-12,9
Прибыль от продаж	187,970	67,5	78,280	46,9	-109,69	- 58,35	-20,6
% к пол-ю	23,630	8,5	43	25,8	19,37	82,1	17,3
Доходы в др. предприятия	64,148	23,03	63,730	38,2	0,418	-0,65	15,17
Прочие операционные доходы	1084,020	389,14	187,900	112,6	896,12	-82,7	-276,54

Конечная стоимость основных средств в эксплуатации к концу отчетного 2023 года составляет 28071 тыс. рублей (с остаточной стоимостью

в размере 16800 тыс. рублей). В эту сумму входит основное технологическое, вспомогательное и прочее оборудование в размере 16737 тыс. рублей (с остаточной стоимостью в размере 9078 тыс. рублей).

Анализ структуры доходов показывает, что валовая прибыль составляет 85,3% от выручки в 2022 году. Следовательно, себестоимость выпускаемой продукции составляет 14,7%, а прибыль от продажи равна 67,5% от выручки. Затраты составляют 32,5%, а расходы от продажи и управления равны 16,25%.

В 2023 году **валовая** прибыль сократилась и составила 72,4% от выручки. Себестоимость выпускаемой продукции увеличилась до 27,6% из-за роста расходов по продаже и управлению, согласно таблицы 2.

Таблица 2 - Расходы от обычных и прочих видов деятельности предприятия ТОО «КазТехИнновации»

Показатели	2022г.		2023г.		Δ		
	Сумма	Доля	Сумма	Доля	Δ±	темп	ΔД
С/С	40,67	100	4,6	100	5,33	13,1	-
Коммерческие расходы	8,134	20	9,200	20	1,07	13,1	-
Управленческие расходы	41,785	102,7	33,400	72,6	-8,4	-20,07	-30,1
% к уплате	36,040	88,6	19,700	42,8	-16,37	-45,3	-45,8
Прочие расходы	174,328	428,6	170,120	34,6	-34,2	-19,6	-124

Анализируя доходы и расходы в 2022-2023 годах, можно заметить, что статьи прочие доходы (в 2022 году - 389,14%, в 2023 году - 112,6%) и расходы (в 2022 году - 102,7%, в 2023 году - 42,8%) преобладают.

2.3 Моделирование и оценка бизнес-процессов ТОО «KazTechInnovations»

Представим структуры и схемы бизнес-процессов, описывающие работу предприятия. На диаграмме, представленной на рисунке 9, система показана в виде «черного ящика», получающего информацию из внешней среды, точнее из данных, поступающих от клиентов в заявках, и преобразующего их в набор определенных показателей. Кроме того, на диаграмме отражены принципы, согласно которым работал разработчик, а также средства, с помощью которых реализуются обсуждаемые процессы.

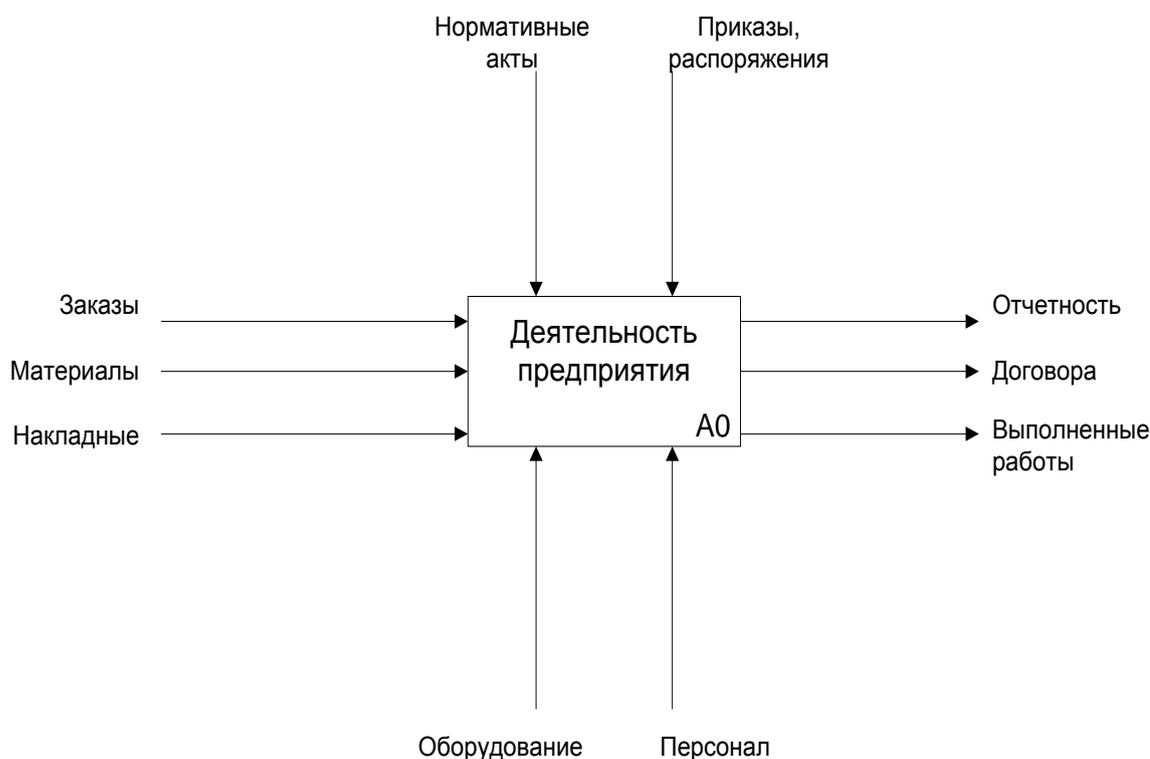


Рисунок 9 - Модель деятельности предприятия

На рисунке 10 представлен процесс деления основного блока на блоки второго уровня.

Основные бизнес-процессы, протекающие на предприятии, - стандартные для коммерческих организаций. Это работа с клиентами, выполнение работ, бухгалтерский учет и обеспечение ресурсами.

На рисунке 11 показаны основные бизнес-процессы предприятия по контролю технического состояния оборудования. Это такие процессы, как анализ текущего состояния оборудования, планирование обслуживания и ремонта, формирование графика технического обслуживания, ведение технической документации [24].

Для планирования ремонта очень важно своевременно закупать комплектующие. Для осуществления заказов на комплектующие используется автоматизированная система. При этом процесс получения списка компонентов для изготовления заказа также происходит автоматически. На рисунке 12 приведена соответствующая диаграмма в специальной нотации BPMN.

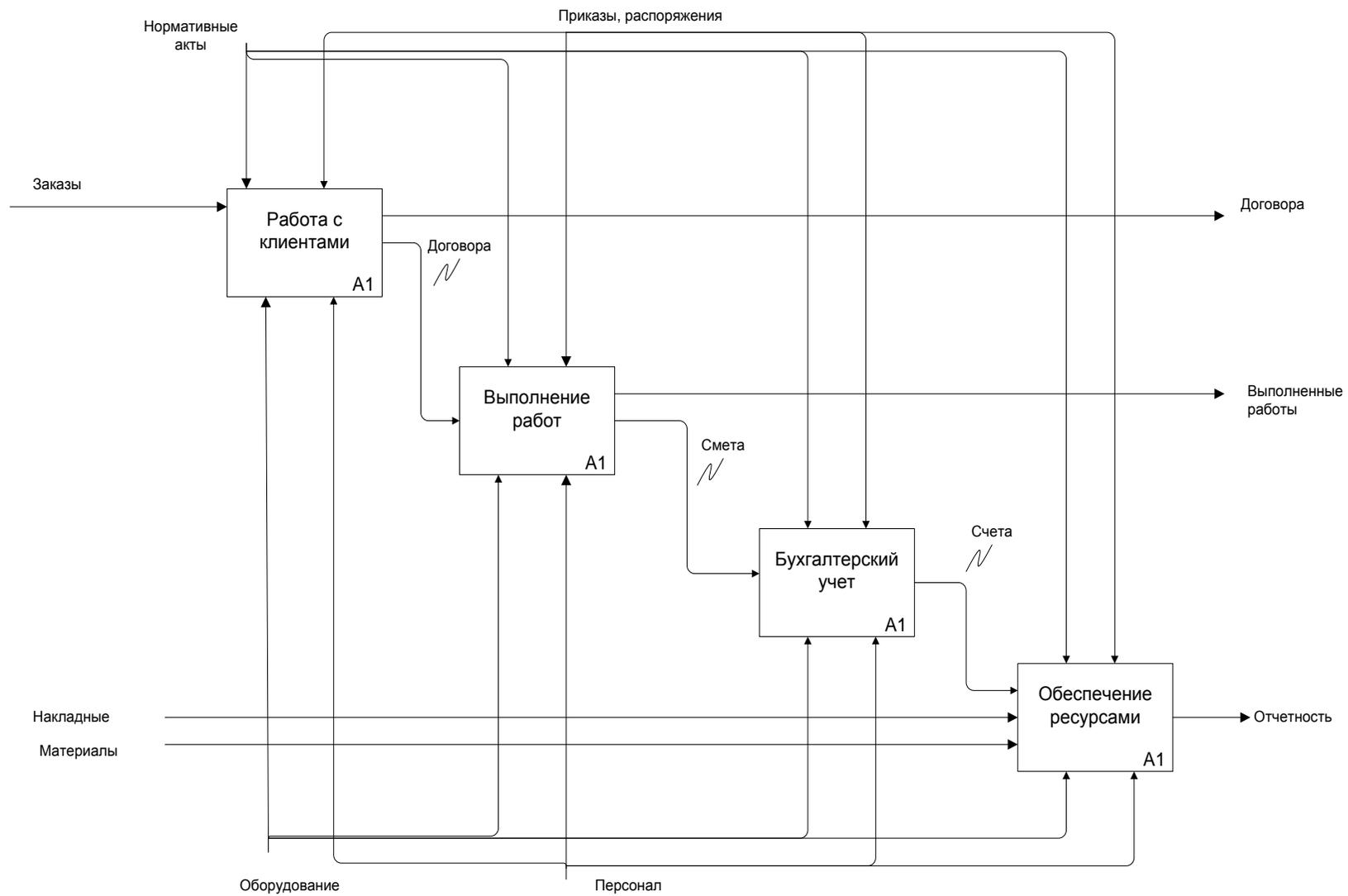


Рисунок 10 - Декомпозиция модели

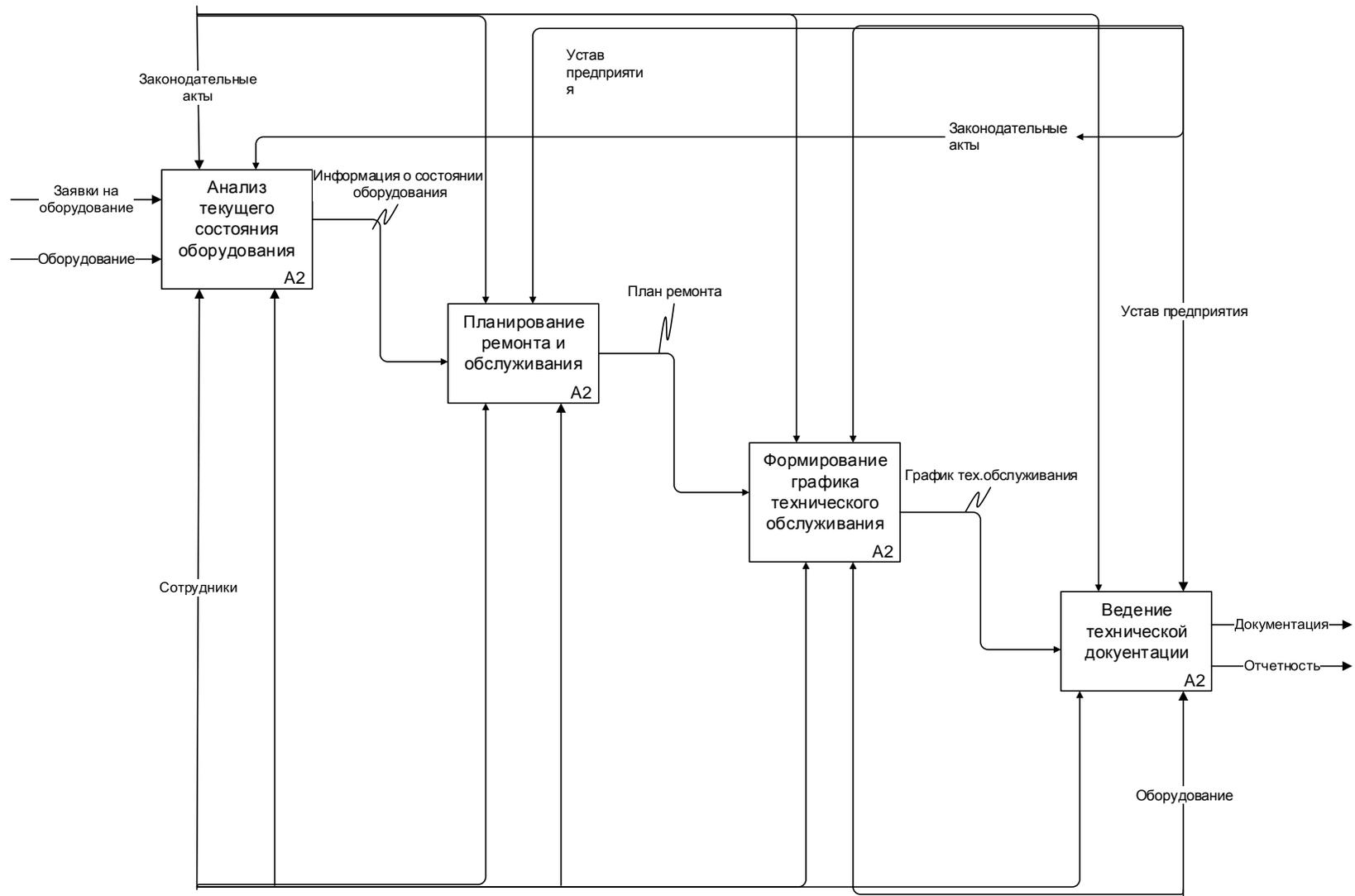


Рисунок 11 - Основные бизнес-процессы предприятия[33]

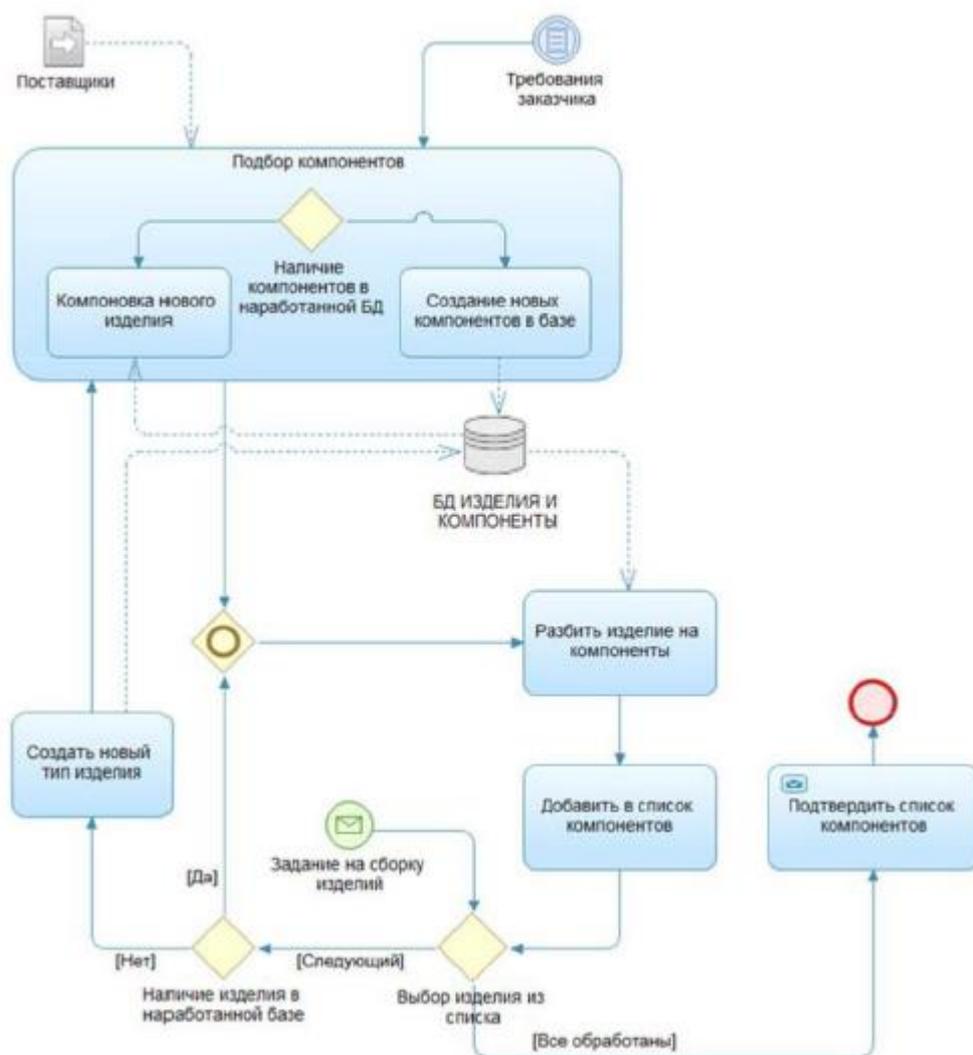


Рисунок 12 – BPMN–схема процесса составления списка компонентов

Из рисунка 12 можно видеть, что в заказ можно будет добавить комплектующие по одному (выбирая из номенклатурного справочника) или группой в зависимости от конкретного типа изделия. При этом система автоматически проведет декомпозицию выбранного изделия на комплектующие и добавит их в запрос в необходимом количестве.

Для описания функциональных требований будет построена диаграмма вариантов использования [7]. Диаграмма вариантов использования - это поведенческая диаграмма на унифицированном языке моделирования (UML), которая используется для описания систем и процессов объектно-

ориентированного программирования, а также бизнес-процессов. UML - это не язык программирования, а язык моделирования. Это стандартизированный метод описания планируемой или установленной системы. Этот метод использует диаграммы, в которых все задействованные объекты структурированы и размещены по отношению друг к другу [11].

Основная цель состоит в том, чтобы представить все функциональные требования системы в виде диаграммы всем пользователям, которые могут получить доступ к функциональным возможностям. Презентация с точки зрения всех пользователей дает общий дизайн и основной поток событий системы.

Диаграмма вариантов использования автоматизированной информационной системы АИС выполнена в соответствии с функциональными требованиями и представлена на рисунке 13.

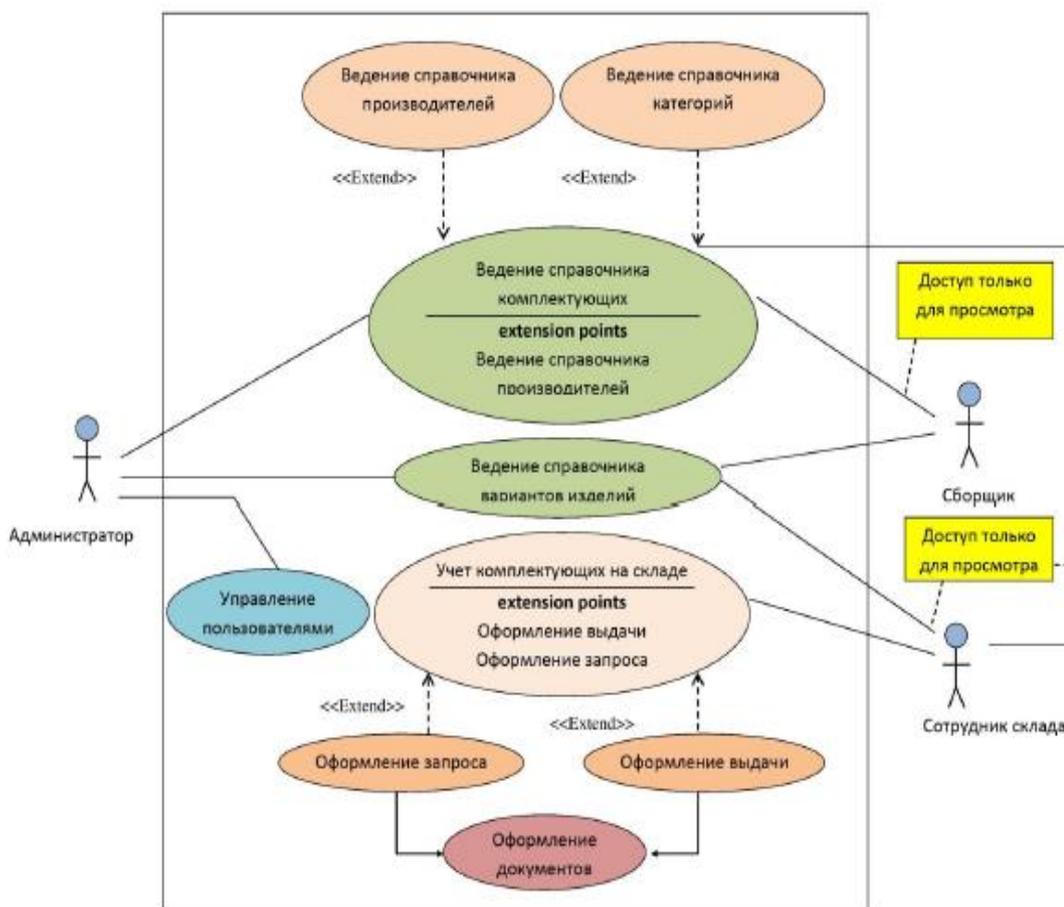


Рисунок 13 – Диаграмма вариантов использования АИС

Выявленные концептуальные классы, вместе с их атрибутами и взаимосвязями, составляют диаграмму концептуальных классов в целом. Данная диаграмма представлена на рисунке 14.

Диаграмма действий UML иллюстрирует поток или последовательность действий, выполняемых в системе. Они относятся к диаграммам поведения, поскольку они моделируют поведение системы при выполнении действий для завершения действия или процесса.

Хотя действия обычно располагаются в последовательном порядке, на диаграммах действий также могут отображаться параллельные действия или действия, происходящие в одно и то же время.

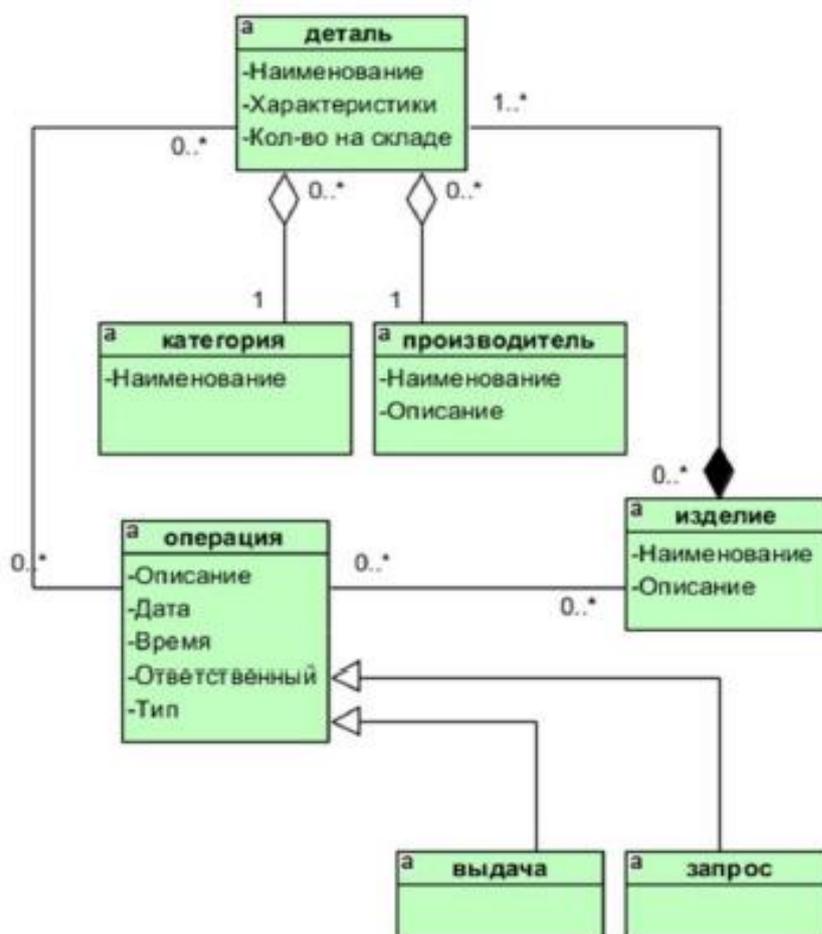


Рисунок 14 – Диаграмма концептуальных классов АИС

Sequence diagram используется для моделирования взаимодействия объектов в системе во времени, позволяет легко представить взаимодействие между объектами в системе, последовательность выполнения действий, передачу данных и управления. Диаграммы последовательности помогает описать как работает система в ответ на некоторые входные данные, например, как пользователь взаимодействует с окном приложения. Данный тип диаграммы является важной частью моделирования UML (Unified Modeling Language) и используется для проектирования программного обеспечения в сфере разработки информационных систем. Его назначение заключается в содействии команде разработчиков при работе с пониманием принципов работы системы и взаимодействием между ее объектами во времени.

На этапе планирования можно создать диаграмму действий, чтобы отобразить рабочие процессы и визуализировать последовательность действий в системе.

Между тем, на этапе требований диаграммы деятельности могут использоваться для представления различных вариантов использования системы.

Рисунок 15 показывает диаграмму деятельности, отражающую общую модель поведения системы.

Рисунок 16 демонстрирует процесс оформления запроса на закупку комплектующих у поставщиков с помощью автоматизированной информационной системы «УКИ».

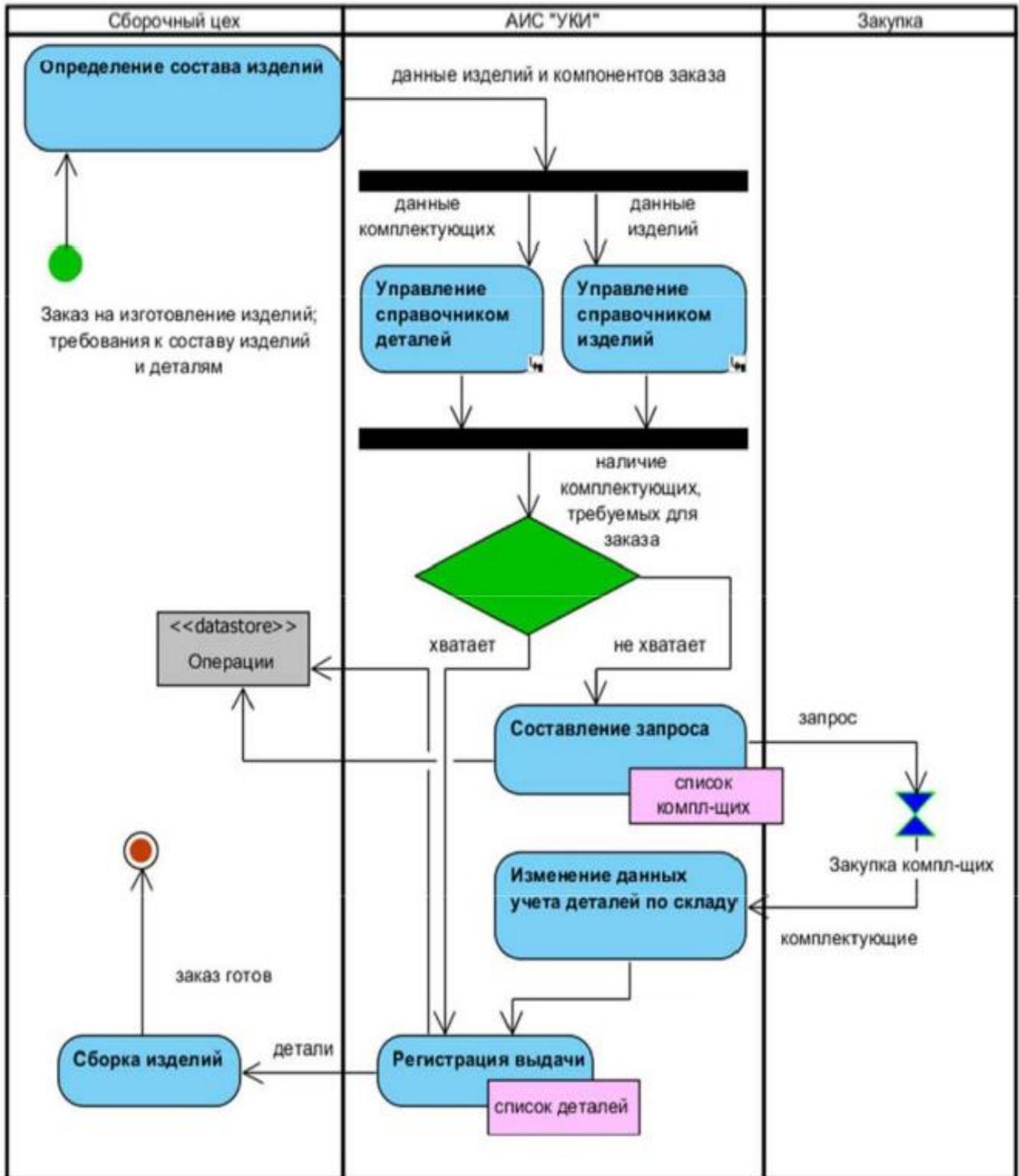


Рисунок 15 – Общий алгоритм работы АИС «УКИ» [41]

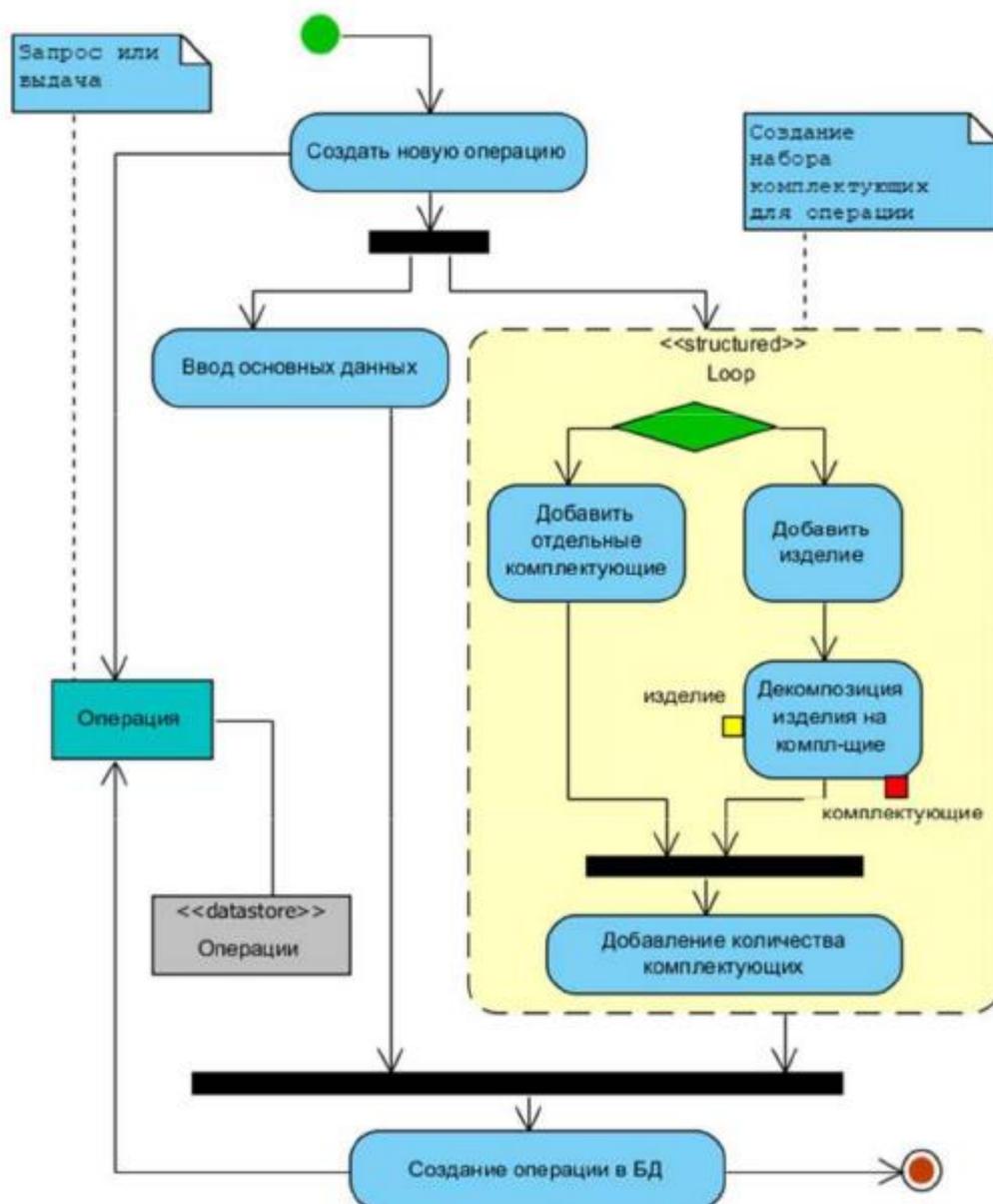


Рисунок 16 – Действия при создании запроса на закупку комплектующих

Из рисунка 16 можно увидеть, что на каждой итерации закупки добавляется новое комплектующее или изделие. При этом АИС «УКИ» сама определит компонентный состав добавляемых изделий, осуществит их разбиение на компоненты и добавит их в закупку в нужном количестве.

Рисунок 17 отображает типовой алгоритм ведения справочников в АИС «УКИ».

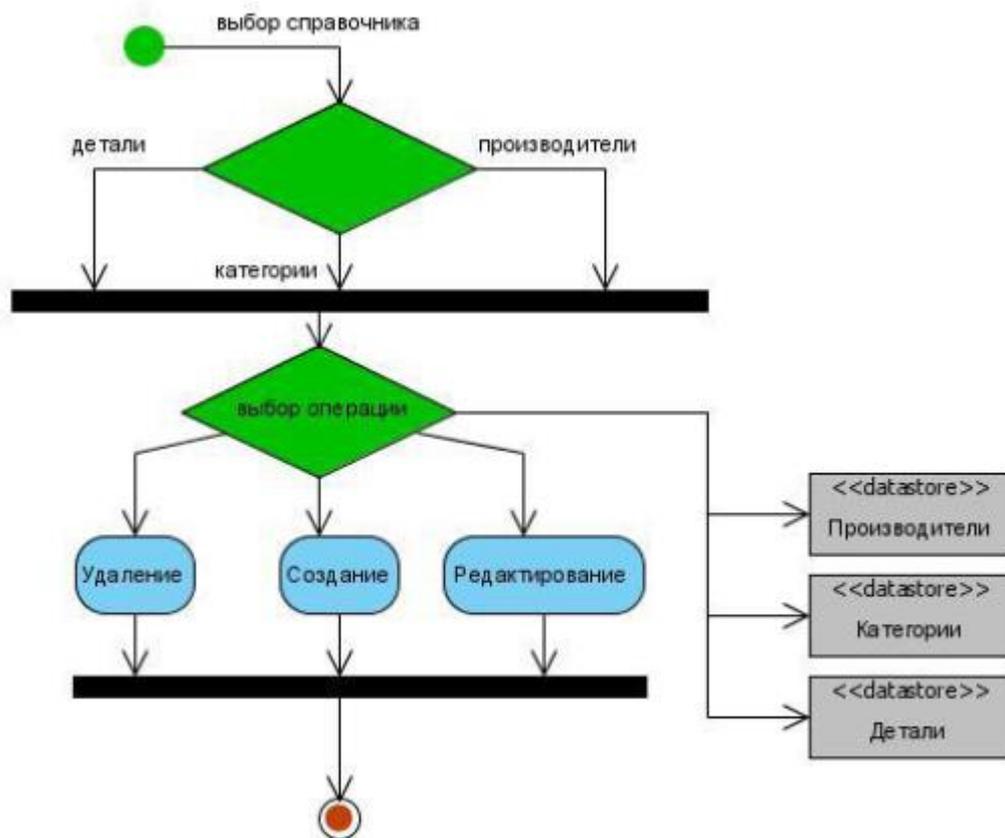


Рисунок 17 – Диаграмма действий ведения справочников в АИС «УКИ»

На рисунке 18 представлена диаграмма деятельности процесса, отображающего ведение справочников для типовых изделий.

Таким образом, в данной главе были рассмотрены бизнес-процессы контроля технического состояния оборудования. Для контроля технического состояния оборудования и его своевременного обслуживания необходимо вовремя закупать комплектующие.

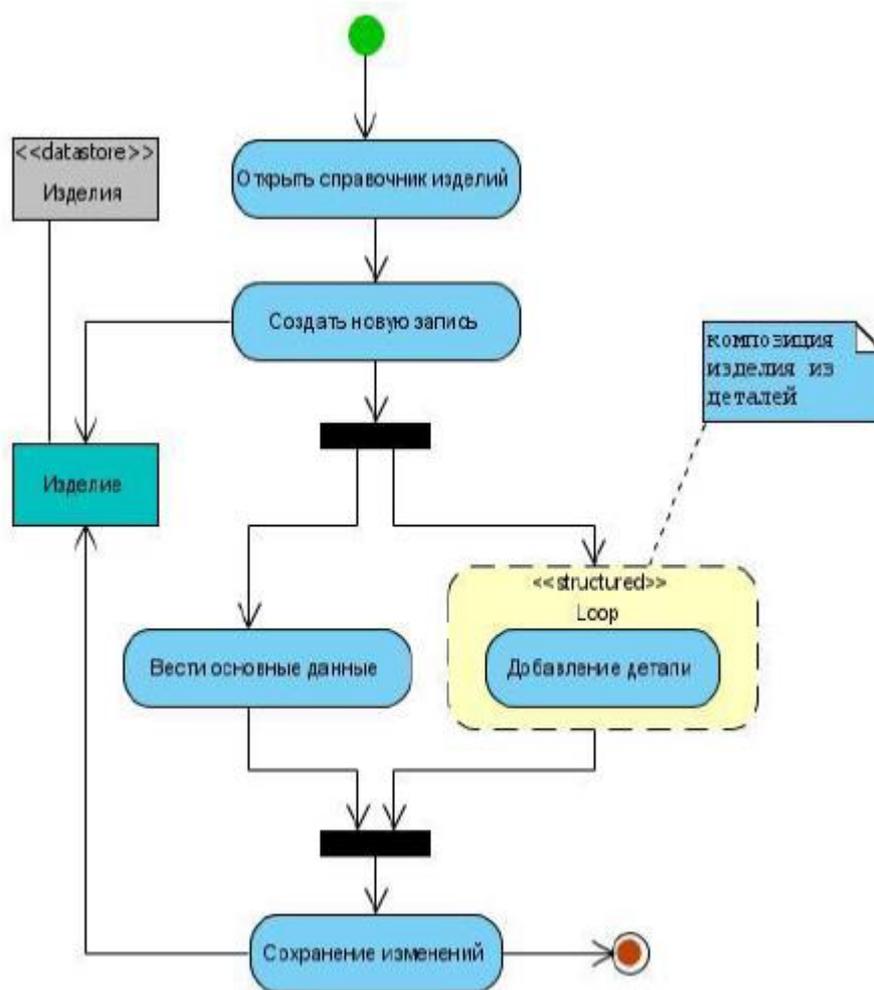


Рисунок 18 – Диаграмма действий ведения справочника изделий в АИС«УКИ»

Для предсказательного обслуживания активов можно предложить использование цифровых двойников. Автоматизация технического обслуживания производственных активов, а также обслуживание, ремонт и эксплуатация изделия с полной интерактивностью выполнения сервисных операций могут быть достигнуты с помощью данных систем. Это позволяет организовать систематическую работу по обслуживанию активов и получить цифровую базу знаний предприятия в области технического обслуживания и ремонта.

С этой целью в организации был внедрен цифровой двойник. Именно на примере этого проекта будет рассмотрена методика оценки влияния проекта цифровизации на экономические показатели.

3 Мероприятия по увеличению экономических показателей на основе цифровизации проектов ТОО «KazTechInnovations»

3.1 Пути повышения цифровизации бизнес-процессов в проектах ТОО «KazTechInnovations»

Рисунок 19 представляет основные этапы методики оценки воздействия цифровизации на экономические показатели организации.

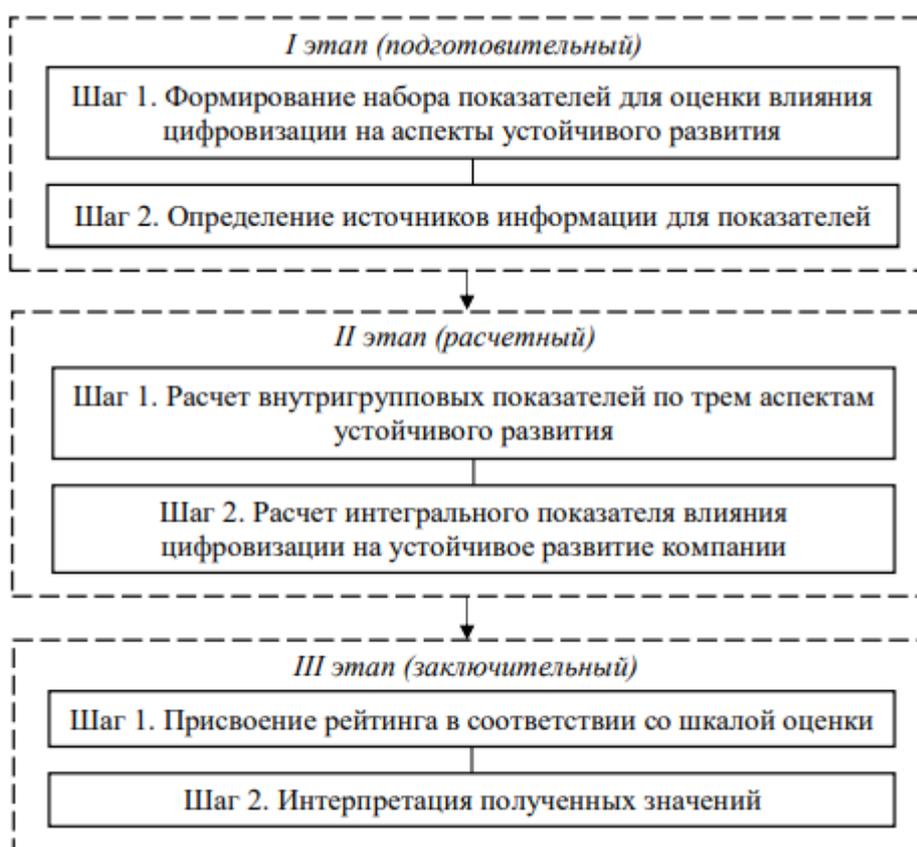


Рисунок 19 - Этапы методики оценки влияния цифровизации на экономические показатели организации

Постепенно мы рассмотрим суть каждого из этих этапов. Начнем с подготовительного этапа I, который включает два шага:

1 шаг: Формирование набора показателей для оценки влияния цифровизации на аспекты устойчивого развития.

Этот набор показателей состоит из трех групп, которые дополняются весовыми коэффициентами.

Показатели набираются на основании принципа полноты и достаточности. Для этого были выбраны международные индексы DAI и I-DESI, содержащие сбалансированный набор показателей.

После формирования набора показателей осуществляется их группировка по аспектам устойчивого развития. Показатели делятся на следующие группы:

- экономика;
- экология;
- общество.

Разбиение показателей на группы дает возможность получить сбалансированную оценку. Система весов дает возможность учесть влияние каждого из перечисленных показателей на устойчивое развитие организации.

Весовые коэффициенты определяются, основываясь на экспертной оценке. Определение степени согласованности мнений экспертов основано на расчете коэффициента конкордации по формуле 14:

$$W = \frac{12 \sum D_i^2}{m^2(n^3 - n) - mB}, \quad (14)$$

где:

D_i – сумма рангов, приписанных всеми экспертами каждому элементу выборки, минус среднее значение этих сумм рангов;

m – число экспертов или признаков, связь между которыми оценивается;

n – объем выборки (число показателей);

B – поправка при наличии связанных рангов.

Если есть связанные ранги, то рассчитывается поправка по формуле 15.

$$B = \sum(B_k^3 - B_k), \quad (15)$$

где:

B_k – число связанных рангов.

Значения коэффициента конкордации:

- $W=0$ – мнения экспертов полностью расходятся;
- $W>0,4-0,5$ – качество оценки удовлетворительное;
- $W>0,7-0,8$ – хорошее качество экспертной оценки.

Для того, чтобы провести оценку значимости коэффициента конкордации, необходимо рассчитать значение критерия Пирсона по формуле 16.

$$\chi^2 = m(n - 1)W \quad (16)$$

Вычисленное значение критерия Пирсона сравнивается с табличным значением числа степеней свободы при заданном уровне значимости. Если расчетное значение больше табличного, то мнения экспертов считаются согласованными, в противном случае мнения не согласованы при заданном уровне значимости.

Независимо от этого, сумма весовых коэффициентов внутри каждой группы должна быть равна 1.

2 шаг: Определение источников информации для показателей.

Довольно часто публичные и открытые источники организации выступают в качестве источников информации, поэтому расчет основывается на официальных данных организации и является открытым и прозрачным. Однако источники информации могут быть расширены, это связано с появлением современных технологий или публикаций, а также развитием более расширенного набора количественных показателей в сфере экономики, экологии и общества.

II этап является расчетным.

На данном этапе индикаторы объединяются в единый показатель, который явно отражает влияние цифровизации на устойчивое развитие организации.

Рассмотрим каждый этап расчета внутригрупповых показателей.

При нормировании показателей на основе экспертной оценки используются количественные и качественные показатели.

Нормирование показателей осуществляется посредством перевода количественных показателей в дихотомические величины. Перевод осуществляется по следующему правилу:

- 0 – результат ниже порогового значения, незначительный и им можно пренебречь;
- 1 – результат выше порогового значения.

Определение порогового значения зависит от реальных и потенциально возможных значений переменных.

Для определения степени согласованности мнений экспертов рассчитывается коэффициент вариации, который позволяет определить типичность среднего (аналогично шагу 1 этапа I).

Таким образом, если среднее значение нетипично, то итоговое значение определяется расчетом модального значения. Если же среднее значение типично, то итоговое значение определяется расчетом среднего арифметического, полученного из оценок экспертов.

После этого рассчитываются субиндексы, оценивающие влияние цифровизации на устойчивое развитие организации.

Субиндексы рассчитываются по следующей формуле 17:

$$ИЦ_i = \sum P_j K_{pi}, \quad (17)$$

где:

P_j – значение показателей в каждой j-ой группе;

K_{pi} – весовой коэффициент показателя внутри каждой группы.

Расчет интегрального показателя оценки влияния цифровизации на устойчивое развитие организации включает следующие шаги:

- определение правил сведения субиндексов в общий показатель.
- расчет интегрального показателя влияния цифровизации на устойчивое развитие организации.

Индекс влияния цифровизации на устойчивое развитие рассчитывается как средневзвешенное значение групповых показателей по формуле 18.

$$\text{ИЦ} = \sum \text{ИЦ}_i \text{КГ}_j, \quad (18)$$

где:

ИЦ_i – значение субиндекса по каждой j-ой группе;

КГ_j – весовой коэффициент j-ой группы в интегральном показателе.

III этап является заключительным.

На этом этапе организации присваивается рейтинг. Полученные значения объясняются и, в дальнейшем, анализируются и сравниваются как внутри организации, так и с другими организациями.

Присвоение рейтинга соответствует шкале и основано на квартильном распределении. Интерпретация значений представлена в таблице 3.

Таблица 3 – Интерпретация рейтинговых оценок

Значение индекса	Рейтинг	Расшифровка значения
0 - 0,25	D	цифровизация не используется для достижения прогресса в области устойчивого развития
>0,25 - 0,5	C	цифровизация незначительно используется для достижения прогресса в области устойчивого развития
>0,5 - 0,75	B	цифровизация используется для достижения прогресса в области устойчивого развития
>0,75 - 1	A	цифровизация используется как основной инструмент достижения прогресса в области устойчивого развития

После присвоения рейтинга организации осуществляется интерпретация значений, которые были получены. Ключевой целью рейтинга является проведение оценки деятельности организации, а также выявление ее слабых сторон и недостатков и определение направлений для совершенствования. При помощи проведения данного анализа представляется возможным спрогнозировать развитие финансовой устойчивости организации.

Необходимо отметить, что основными характеристиками предложенной методики являются:

- гибкость;
- динамичность.

Методика может быть изменена по следующим направлениям:

- изменение числа набора показателей, которое происходит в результате развития цифровых технологий или отчетов организации;
- изменение источников информации, из которых получают данные;
- изменение методов расчета количественных данных по причине изменения их перечня или изменения полученной информации;
- изменение весовых коэффициентов, которое осуществляется, учитывая экономическую специфику деятельности организации.

В настоящий момент времени разработка методики для прогнозирования и анализа экономических показателей проекта цифровизации предприятия является актуальным направлением, так как она дает возможность получения комплексной оценки развития всей организации в целом, также возможно более эффективное отслеживание динамики уровня цифровизации организации. Кроме того, актуальным является проведение сравнительного анализа организации.

На рисунке 20 представлены типы пользователей информации. Проанализировав данную схему, можно сделать вывод о том, что методика прогнозирования и анализа экономических показателей проекта цифровизации предприятия необходима как самой организации, так и

заинтересованным лицам, которые являются внешними пользователями (в частности инвесторам и акционерам).



Рисунок 20 - Типы пользователей информации

Современный мир требует организаций эффективно управлять своими ресурсами, особенно финансовыми, и уделять внимание устойчивому развитию. В частности, для внешних пользователей, таких как инвесторы и акционеры, важно, какая методика используется при оценке проектов цифровизации предприятий.

Кроме того, методика для прогнозирования и анализа экономических показателей проекта цифровизации предприятия дает возможность отслеживать эффективность развития организации.

Исходя из всего вышеизложенного, можно сделать вывод о том, что информация, которая получается из предложенной методики для прогнозирования и анализа экономических показателей проекта цифровизации предприятия, является полезной для широкого круга заинтересованных лиц. Таким образом, для одних из внешних пользователей, например, для инвесторов и акционеров является полезной с точки зрения

сотрудничества и финансирования, а для других внешних пользователей – способом принятия решений задач, имеющих высокое значение с общественной точки зрения.

Основным пользователем информации является непосредственно оцениваемая организация, которая может провести оценку собственной деятельности, а также выявить ее слабые стороны и недостатки и определить направления для совершенствования на основе полученных данных [47].

Таким образом, нами была предложена методика для прогнозирования и анализа экономических показателей проекта цифровизации предприятия. Оценка влияния цифровизации на устойчивое развитие позволяет определить эффективность использования ресурсов и прогнозировать позитивные или негативные последствия. Для этого используются определенные показатели:

- экология;
- экономика;
- общество.

Предложенная методика может быть дополнена или скорректирована без изменения алгоритма расчета результирующего показателя. Среди перспективных направлений совершенствования методики является разработка отраслевых индексов на основе специфики видов деятельности организации.

3.2 Прогнозирование экономических показателей после повышения уровня цифровизации бизнес-процессов в проектах ТОО «KazTechInnovations»

Для цифровизации предприятия было предложено внедрение цифрового двойника. Для оценки эффективности проекта по предложенной выше методике необходимо выбрать группу показателей [45]:

- экономика - снижение брака в производстве, снижение стоимости ремонта, уменьшение простоев, снижение заработной платы за проведение ремонтных работ;
- экология - уменьшение выбросов в окружающую среду;
- общество - повышение компетенций персонала, повышение уровня безопасности персонала, увеличение объемов производства оборудования, наличие системы управления взаимоотношениями с клиентами.

Проведенное анкетирование позволило определить весовые коэффициенты для каждого показателя. Результаты анкетирования представлены в таблице 4.

Таблица 4 – Значимость показателей, используемых в методике оценки влияния цифровизации на устойчивое развитие

Показатель	Эксперты						Среднее значение
	№1	№2	№3	№4	№5	№6	
Экономика							
Снижение брака в производстве	0,15	0,25	0,15	0,10	0,20	0,20	0,18
Снижение стоимости ремонта	0,15	0,20	0,20	0,05	0,15	0,10	0,14
Уменьшение простоев	0,20	0,15	0,05	0,20	0,15	0,15	0,15
Снижение заработной платы на проведение ремонтных работ	0,20	0,10	0,05	0,10	0,05	0,20	0,12
Экология							
Уменьшение выбросов в окружающую среду	0,25	0,30	0,20	0,25	0,25	0,30	0,26
Экономия от использования цифровых энергосберегающих технологий	0,25	0,25	0,30	0,25	0,30	0,20	0,26
Общество							
Повышение компетенций персонала	0,15	0,20	0,15	0,10	0,30	0,25	0,19
Повышение уровня безопасности персонала	0,25	0,15	0,20	0,25	0,20	0,25	0,22

Оценки экспертов были согласованы, что подтверждает качество экспертной оценки (коэффициент конкордации $W = 0,61$). Несмотря на некоторые отсутствующие данные, удалось рассчитать значения субиндексов по каждой группе показателей. Результаты представлены в таблице 5.

Таблица 5 – Субиндексы для компании апробации методики в 2021-2023 гг.

Показатель/Годы	2021	2022	2023
Субиндекс по разделу «Экономика»	0,76	0,76	0,88
Субиндекс по разделу «Экология»	0,27	0,27	0,49
Субиндекс по разделу «Общество»	0,54	0,73	0,73
Индекс влияния цифровизации на устойчивое развитие	0,54	0,60	0,71

По таблице 5 видно, что индекс влияния цифровизации за 3 года существенно вырос, благодаря внедрению цифрового двойника.

На рисунке 21 представлены показатели за последние 3 года и плановые показатели на 2022 и 2023 годы (2023 год с учетом внедрения ЦД).

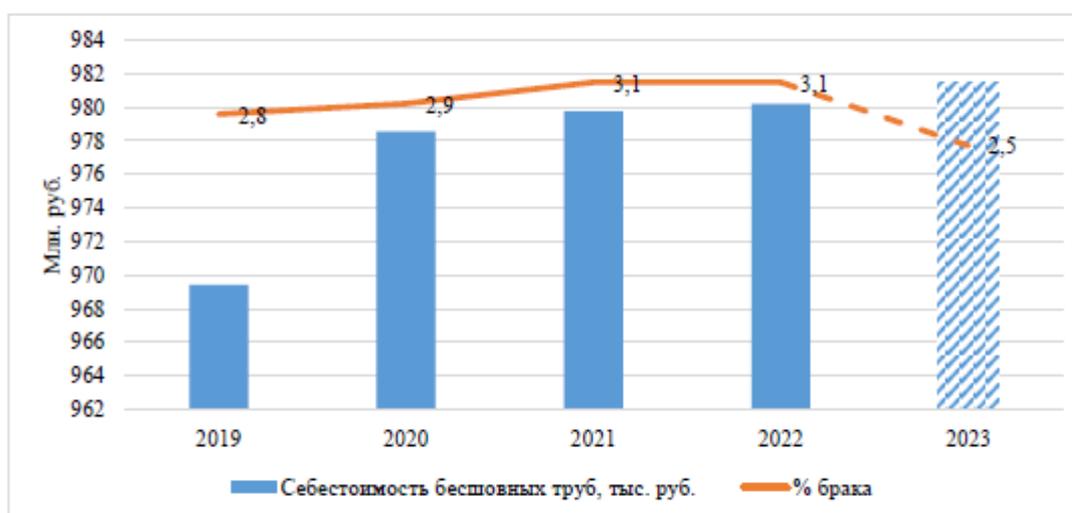


Рисунок 21 – Показатели производства

При анализе плановых показателей и среднего уменьшения количества брака в результате внедрения ЦД на промышленных предприятиях (20%), ключевым показателем эффективности будет установлено значение брака на уровне 2,5%. Таким образом, экономический эффект от сокращения бракованной продукции составит $(3,1-2,5) \times 981\,506 = 5\,889$ тыс. рублей.

На рисунке 22 показаны показатели по ремонтам.



Рисунок 22 - Показатели ремонтных работ

Коэффициент влияния внедрения ЦД на стоимость ремонта составляет 0,46. Учитывая, что стоимость ремонтов зависит от различных факторов, будем считать базовым показателем среднюю величину за четыре года. Таким образом, экономический эффект от снижения стоимости ремонта составит $(2\,864,2 + 3\,247,3 + 3\,434,5 + 3\,546) / 4 \times 0,46 = 1505,6$ тыс. руб.

С учетом коэффициента снижения простоев по причине ремонта (0,42), экономия на оплате персонала от уменьшения объема работ составит $426,240 \times 0,42 = 179,0$ тыс. рублей. Таким образом, общий эффект от сокращения ремонтных работ будет равен $1505,6 + 179,0 = 1684,6$ тыс. руб.

Количество простоев оборудования из-за ремонтных работ должно сократиться на $350 \times 0,42 = 147$ часов.

За этот период можно произвести аппаратуру себестоимостью 16 699 тыс. рублей при условиях непрерывного производства. При маржинальности продукции 40%, упущенная прибыль составит $16\ 699 \times 0,4 = 6\ 679,6$ тыс. рублей.

Расчет общего экономического эффекта от внедрения цифрового двойника представлен в таблице 6.

Таблица 6 – Общий экономический эффект от внедрения цифрового двойника

Показатель	Величина
Экономия на снижении брака	5 889
Экономия на упущенной прибыли от простоев	6 679,6
Экономия на ремонтах	1 684,6
В том числе:	
Экономия от снижения стоимости ремонта	1505,6
Экономия на оплате труда ремонтного персонала	179,0
Итого	14 253,2

Таким образом, внедрение цифрового двойника позволило снизить производственные затраты, повысить производительность труда, увеличить прибыль за счет снижения брака.

Среди перспективных направлений совершенствования методики можно выделить:

- совершенствование набора показателей (изменение количества показателей и корректировка правил нормирования);
- улучшение и расширение групп показателей (создание дополнительных групп и изменение весовых коэффициентов);
- создание специфических индексов для отдельных видов деятельности.

На рисунке 23 схематично представлены направления развития предложенной методики.

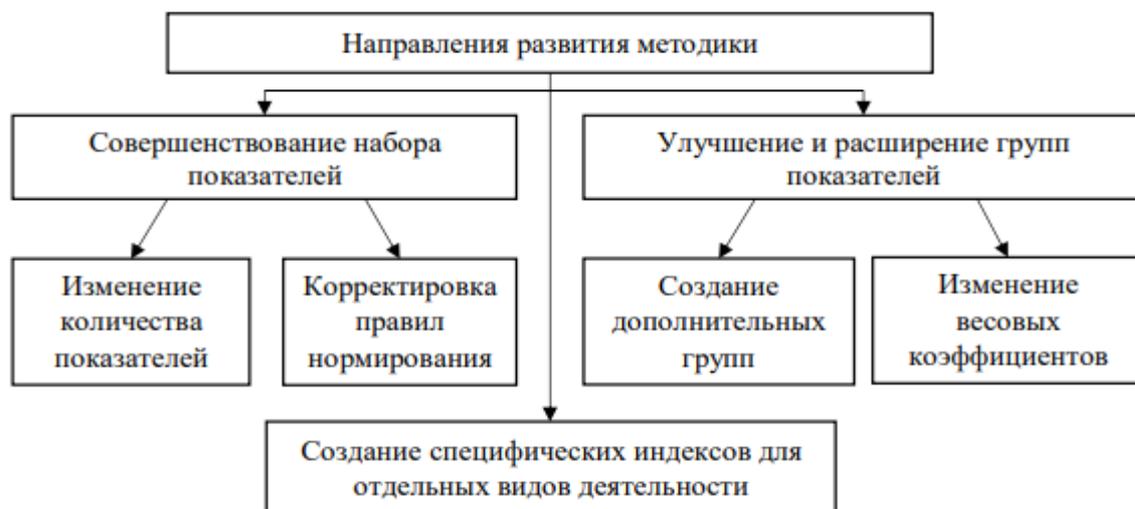


Рисунок 23 - Направления развития предложенной методики

Следует отметить, что показатели, которые были предложены в методике, могут быть скорректированы или дополнены, однако это не повлияет на алгоритм расчета результирующего показателя.

Наиболее перспективным направлением является разработка отраслевых индексов, которые учитывают специфику видов деятельности организации. При помощи таких показателей возникает возможность дать точную оценку состоянию организации исследуемой деятельности.

Заключение

Методика разработана для прогнозирования и анализа экономических показателей проекта цифровизации предприятия. Она основана на комплексном подходе, включающем статистические и экспертные оценки, а также обобщающий индекс, учитывающий устойчивое развитие. Созданная методика является информационно-аналитической базой для оценки эффективности применения цифровых технологий.

В настоящий момент времени разработка методики для прогнозирования и анализа экономических показателей проекта цифровизации предприятия является актуальным направлением, так как она дает возможность получения комплексной оценки развития всей организации в целом, также возможно более эффективное отслеживания динамики уровня цифровизации организации. Кроме того, актуальным является проведение сравнительного анализа организации.

Можно сделать вывод о том, что информация, которая получается из предложенной методики для прогнозирования и анализа экономических показателей проекта цифровизации предприятия, является полезной для широкого круга заинтересованных лиц. Таким образом, для внешних пользователей, например, для инвесторов и акционеров является полезной с точки зрения сотрудничества и финансирования, а для других внешних пользователей – способом принятия решений задач, имеющих высокое значение с общественной точки зрения.

Основным пользователем информации является непосредственно оцениваемая организация, которая может провести оценку собственной деятельности, а также выявить ее слабые стороны и недостатки и определить направления для совершенствования на основе полученных данных.

В данной работе методика была апробирована на примере компании ТОО «KazTechInnovations», которая занимается производством радиоэлектронной аппаратуры. Для предприятия был предложен проект цифровизации - внедрение цифрового двойника. И с помощью предложенной методики рассчитан индекс влияния проекта цифровизации на деятельность предприятия. Особое внимание уделено экономическим показателям, так как наблюдается высокое значение субиндекса из раздела «Экономика».

Предложенная методика может дополняться или корректироваться без изменения алгоритма расчета итогового показателя. Одним из перспективных направлений совершенствования является разработка отраслевых индексов, учитывающих специфику видов деятельности организации.

Таким образом, в рамках данной работы были достигнуты поставленные цели и задачи.

Список используемой литературы и используемых источников

1. Агафонова Т.В., Пирогова С.В. Цифровизация бизнес-процессов // Экономика и бизнес. – 2020. – №12. – С.26-29.
2. Алеников А.С., Мамонова И.В., Кололеева К.И. Вариативные подходы к выбору нотации при моделировании бизнес- процессов на предприятии // Вестник Академии знаний. – 2020. – №4. – С.33-41.
3. Архипов К.Ю., Крышкова Д.С. Цифровизация бизнес-процессов // Евразийский Союз Ученых. – 2021. – №3. – С.4-5.
4. Белалова Г.Е. Влияние цифровизации на повышение эффективности бизнес-процессов предприятия // Экономика и социум. – 2022. – №4. – С.252-257.
5. Гершанок А.А. Цифровизация бизнес-процессов: ключевые проблемы и ошибки внедрения // Экономика и бизнес. – 2022. – №8. – С.86-91.
6. Дадаева Б.Ш., Магомедова М.С. Особенности моделирования бизнес-процессов на предприятии, // Азимут научных исследований. – 2019. – №2. – С.233-235.
7. Джураева А.М. Особенности управления бизнесом в период цифровизации экономики // Умная цифровая экономика. – 2022. – №3. – С.72-74.
8. Дьяков С.А., Шитухин А.М., Денисова О.Г., Кирычек В.В. Современные инструменты повышения эффективности бизнес-процессов организации в условиях цифровизации // Естественно-гуманитарные исследования. – 2022. – №3. – С.135-140.
9. Жданов В.Ю., Жданов И.Ю. Финансовый анализ предприятия с помощью коэффициентов и моделей. – М.: Проспект, 2021. – 409 с.
10. Землякова С.Н. Методические аспекты цифровизации бизнес-процессов в условиях перехода на цифровую экономику // Вестник Алтайской академии экономики и права. – 2019. – №4. – С.186-189.

11. Зоидов З.К., Лобова Е.С., Пономарева С.В. Механизмы адаптации методик технико-экономического анализа проектов цифровизации бизнес-процессов // Экономика и управление. – 2019. – №12. – С.79-89.
12. Игоница Л.Л. Финансовый анализ. – М.: КноРус, 2021. – 320 с.
13. Игошина Д.Р. Особенности цифровизации бизнес-процессов в компаниях малого и среднего предпринимательства // Индустриальная экономика. – 2021. – №5. – С.1092-197.
14. Изосимова Т.А., Максимова М.В. Функциональная модель системы диагностики печатных плат // Изд-во ИЦРОН. – 2019. – №5. – С.45-49.
15. Изосимова Т.А., Максимова М.В., Михайлова О.В. Разработка автоматизированной системы управления диагностикой печатных плат на основе машинного зрения // Вестник НГИЭИ. – 2020. – №1. – С.7-18.
16. Инструменты для создания цифровых двойников инфраструктурных объектов. URL: <https://irinvest.ru/products/bentley-systems/itwin-digital-twins/>
17. Кадрова Г.Р. Применение процессного подхода к управлению современной организацией // Огарёв-Online. – 2018. – №4. – С.1-7.
18. Ковальчук Н.Н., Дашков Я.Д. Совершенствование бизнес-процессов с использованием имитационного моделирования // StudNet. – 2020. – №6. – С.161-166.
19. Кудрявцева С.С., Халиулин Р.А. Процессный подход в управлении промышленным предприятием: инструменты «Индустрии 4.0» // Компетентность. – 2022. – №6. – С.36-41.
20. Куприянова Л.М. Финансовый анализ. – М.: Инфра-М, 2020. – 157 с.
21. Лидер цифровых двойников Willow выбирает Reekoh для масштабной интеграции промышленных данных <https://reliabilityweb.com/industrial-data-integration>
22. Матушевская Е.А., Доценко О.С. Специфика построения системы контроллинга бизнес-процессов в условиях цифровизации экономики // Вестник РЭУ им. Г.В. Плеханова. – 2020. – №3. – С.132-144.

23. Методика составления индексов корпоративной устойчивости, ответственности и открытости / РСПП, 2017. – URL: <http://рспп.рф/document/1/6/4/6454ddb6e2563845f8783b771c6bedaf.pdf> (дата обращения: 23.03.2023).
24. Методические рекомендации по оценке эффективности инвестиционных проектов <https://docs.cntd.ru/document/1200005634>
25. Методология присвоения рейтингов ESG / Рейтинговое агентство «Эксперт-РА», 2020. – URL: <https://raexpert.ru/docbank//ac6/bba/b49/f02eb70e83f0d27a4c635bc.pdf> (дата обращения: 23.03.2023).
26. Миронов Н.С. Подходы к классификации организаций по уровню цифровизации бизнес-процессов // Финансовые рынки и банки. – 2022. – №4. – С.210-213.
27. Нигай Е.А. Процесс цифровизации бизнеса: от точечной оцифровки бизнес-процессов к цифровой трансформации // ЭТАП: экономическая теория, анализ, практика. – 2022. – №3. – С.134-145.
28. Оксанич И.Г., Шевченко И.В., Краснопольская Ю.А. Отображение описания бизнес-процесса в операционное пространство организационно-технической системы // Радиоэлектроника и информатика. – 2019. – №2. – С.54-60.
29. Панов А.Ю., Святлов Е.Е. Применение методов IDEF-моделирования при описании технологических процессов // Труды НГТУ им. Р.Е. Алексеева. – 2019. – №4. – С.149-154.
30. Положение о проведении исследования «Корпоративная прозрачность крупнейших российских компаний – 2019» / РРС, 2019. – URL: <http://corptransparency.ru/uploads/2019.pdf> (дата обращения: 23.03.2023).
31. Попов И.В., Киселева М.М., Яковлева Е.А. Цифровые модели управления предприятием // УЭПС: управление, экономика, политика, социология. – 2019. – №5. – С.58-64.
32. Справочник параметров и характеристик электронных компонентов [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.chipdocs.ru>.

33. Стюфляева Е.В. Методы реинжиниринга бизнес-процессов предприятия в условиях цифровизации // Современные технологии управления. – 2020. – №4. – С.1-13.
34. Фихтнер О.А. Цифровизация бизнес-процессов в глобальном мире // Вестник СИБиИТ. – 2022. – №4. – С.117-122.
35. Харитонов Н.Н., Дулесова Е.Н. Цифровизация как фактор влияния на технологический процесс производства в целях повышения конкурентоустойчивости предприятия // Новые импульсы развития. – 2020. – №7. – С.165-170.
36. Цебренок К.Н. Цифровизация деятельности хозяйствующих субъектов на основе анализа бизнес-процессов // Международный журнал гуманитарных и естественных наук. – 2022. – №8. – С.205-208.
37. Черкасов К.В., Чернов В.В., Виноградова А.С., Новикова Т.Б., Курзаева Л.В., Румянцев Е.П. Моделирование бизнес-процесса «Изготовление печатных плат и программного обеспечения» // Современная техника и технологии. – 2018. – №1. – С.23-40.
38. Черкасова В.А., Слепушенко Г.А. Влияние цифровизации бизнеса на финансовые показатели российских компаний // Финансы: теория и практика. – 2021. – №2. – С.128-142.
39. Чернов Д.А. Цифровая трансформация сборочно-монтажного производства или как достичь КРІ по цифровизации // Вектор высоких технологий. – 2021. – №2. – С.30-38.
40. Ширинкина Е.В. Многофакторная модель развития цифровизации бизнес-процессов предприятий // Теоретическая и прикладная экономика. – 2021. – №2. – С.1-10.
41. Шпилёва А.А. Процессы цифровизации в компаниях малого и среднего бизнеса в условиях пандемии // Экономика, предпринимательство и право. – 2021. – №2. – С.299-312.

42. Энциклопедия машиностроения XXL: оборудование, материаловедение, механика, электроника [Электронный ресурс]. – URL: <https://mash-xxl.info/info/>.
43. Энциклопедия производственного менеджера [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.up-pro.ru/encyclopedia/biznes-process.html>.
44. EABPM: Европейская ассоциация BPM-моделирования [Электронный ресурс]. – URL: www.eabpm.org.
45. FTSE4Good Index Series. Ground Rules / FTSE Russel, 2020. – URL: https://research.ftserussell.com/products/downloads/FTSE4Good_Index_Series.pdf (дата обращения: 23.03.2023).
46. MSCI ESG Ratings Methodology / MSCI, 2019. – 114 URL: <https://www.msci.com/documents/1296102/14524248/MSCI+ESG+Ratings+Methodology+-+Exec+Summary+2019.pdf> (дата обращения: 23.03.2023).
47. S&P Dow Jones Indices: Index Methodology / RobecomSAM, 2019. – URL: <https://us.spindices.com/documents/methodologies/methodology-dj-sustainability-indices.pdf> (дата обращения: 23.03.2023).
48. Tools and Techniques for Economic Forecasting and Planning [Электронный ресурс]. - URL: <https://fastercapital.com/content/Tools-and-Techniques-for-Economic-Forecasting-and-Planning.html>. (дата обращения: 23.03.2023)

Приложение А

Обзор зарубежных и российских методик

Таблица А.1 - Зарубежные и российские методики

Методика	Источники информации	Группировка показателей	Учитываемые показатели цифровизации
Dow Jones Sustainability Index	-анкетирование топ-менеджмента с проверкой ответов аудитором; -официальные документы компании; -публичные годовые отчеты; -публичные нефинансовые отчеты; - информация из СМИ и открытых источников	по аспектам устойчивого развития: экономика (основа развития), социальная сфера, защита окружающей среды	-информационная безопасность и кибербезопасность
MSCI ESG Rating	официальные документы компании; -публичные годовые отчеты; -публичные нефинансовые отчеты; информация из СМИ и открытых источников	по направлениям устойчивого развития: экономика (качество управления), экология, социальная сфера	- использование передовых технологий для энергосбережения; - доступ к средствам коммуникации; - технологии для защиты данных
FTSE 4Good Developed Index	-данные международных организаций в различных сферах; официальные документы компании; -публичные годовые отчеты; -публичные нефинансовые отчеты; информация из СМИ и открытых источников	по аспектам устойчивого развития: качество управления (экономика), социальная политика и отношения со стейкхолдерами, защита окружающей среды	-
Индексы корпоративной устойчивости и открытости РСНП	публичная корпоративная отчетность; официальные документы компаний, которые несут ответственность за ее достоверность	по группам: показатели воздействия по аспектам устойчивого развития и показатели управления и взаимодействия	- капитальные вложения в модернизацию производственных мощностей; - инновационная деятельность

Продолжение приложения А

Продолжение таблицы А.1

<p>Рейтинг ESG агентства Эксперт РА</p>	<p>анкетирование менеджмента; отчетность по МСФО; публичные годовые отчеты; - корпоративные документы (положения, регламенты и т.п.); публичные нефинансовые отчеты; - официальные сайты; информация из СМИ и открытых источников</p>	<p>по направлениям устойчивого развития: экономика (качество управления), экология, общество</p>	<p>- применение наилучших технологий для снижения экологического воздействия; - использование Интернета, доступ к связи (в рейтинге регионов)</p>
<p>Исследование корпоративной прозрачности Крупнейших российских компаний РРС</p>	<p>публичные годовые отчеты; публичные нефинансовые отчеты; - официальные сайты; базы данных агентств, уполномоченных на публикацию информации элементов эмиссионных ценных бумаг</p>	<p>по группам критериев: аспекты прозрачности и механизмы прозрачности</p>	<p>- использование технологий для публичной отчетности; - наличие инструмента взаимодействия со стейкхолдерами на сайте; - наличие аккаунтов в социальных сетях</p>

Приложение Б
Бухгалтерские показатели ТОО «KazTechInnovations»

Показатели	На начало отчетного периода		На конец отчетного периода		Изменение	
	тыс.руб.	% к валюте баланса	тыс.руб.	% к валюте баланса	тыс.руб.	% к валюте баланса
1	2	3	4	5	6	7
I. ВНЕОБОРОТНЫЕ АКТИВЫ						
Основные средства	16718	24,71	16800	17,71	+82	-7
Прочие внеоборотные активы	6526	9,65	17122	18,04	+10596	+8,39
ИТОГО по разделу I	23244	34,36	33922	35,75	+10678	+1,39
II. ОБОРОТНЫЕ АКТИВЫ						
Запасы	5266	7,78	12054	12,70	+6788	+4,92
Дебиторская задолженность (платежи по которой ожидаются более чем через 12 месяцев после отчетной даты)	9081	13,42	8653	9,12	-428	-4,3
Краткосрочные финансовые вложения	288	0,43	9970	10,51	+9682	+10,08
Денежные средства	18525	27,38	18714	19,72	+189	-7,66
Прочие оборотные активы	11243	16,62	11576	12,20	+333	-4,42
ИТОГО по разделу II	44403	65,64	60967	64,25	+16564	-1,39
ИТОГО ПОБАЛАНСУ	67647	100	94889	100	+27242	0
III. КАПИТАЛ И РЕЗЕРВЫ						
Уставной капитал	9455	13,98	9954	10,49	+499	-3,49
ИТОГО по разделу III	9455	13,98	9954	10,49	+499	-3,49
IV. ДОЛГОСРОЧНЫЕ ОБЯЗАТЕЛЬСТВА						
Займы и кредиты	52967	78,30	69256	72,99	+16289	-5,31
ИТОГО по разделу IV	52967	78,30	69256	72,99	+16289	-5,31
V. КРАТКОСРОЧНЫЕ ОБЯЗАТЕЛЬСТВА						
Займы и кредиты	-	-	1500	1,58	+1500	+1,58
Кредиторская задолженность	5225	7,72	14179	14,94	+8954	+7,22
ИТОГО по разделу V	5225	7,72	1567	16,52	+10454	+8,8
ИТОГО ПОБАЛАНСУ	67647	100	94889	100	242	0

Рисунок Б.1 - Анализ состава, структуры и динамики активов ТОО «KazTechInnovations» и источников их формирования