



На правах рукописи

Евлоева Малика Вахаевна

**РАЗРАБОТКА МОДЕЛЕЙ УПРАВЛЕНИЯ ВЫСОКОТЕХНОЛОГИЧНЫМИ
ПРЕДПРИЯТИЯМИ ПРИ ИНТЕГРАЦИИ ESG-КРИТЕРИЕВ И СИСТЕМЫ
МЕНЕДЖМЕНТА КАЧЕСТВА**

Специальность 2.5.22 Управление качеством продукции. Стандартизация.
Организация производства

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Иркутск – 2025 г.

Работа выполнена в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Иркутский национальный исследовательский технический университет»

Научный руководитель:**Головина Елена Юрьевна**

кандидат экономических наук, доцент

Официальные оппоненты:**Плахотникова Елена Владимировна**

доктор технических наук, доцент, ФГБОУ ВО «Тульский государственный университет», профессор кафедры «Инструментальные и метрологические системы» (г. Тула)

Газизулина Альбина Юсуповна

кандидат технических наук, АНОО ВО «Научно-технологический университет «Сириус», руководитель отдела развития научной карьеры (г. Сочи)

Ведущая организация

ФГБОУ ВО «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова» (г. Магнитогорск)

Защита состоится «03» апреля 2025 г. в 13-00 часов на заседании диссертационного совета ИРНТУ.05.04, созданного на базе ФГБОУ ВО «Иркутский национальный исследовательский технический университет» по адресу: 664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83, конференц-зал.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке и на сайте ФГБОУ ВО «Иркутский национальный исследовательский технический университет» по адресу: <https://www.istu.edu/deyatelnost/nauka/dissertatsil/elementy/>.

Отзывы на автореферат (в 2-х экземплярах, заверенные печатью организации) направлять по адресу диссертационного совета ИРНТУ.05.04:

664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83, ИРНТУ, ауд. Г-212а, ученому секретарю, e-mail palon@list.ru, телефон: (8-3952) 40-51-79.

Автореферат разослан 30 января 2025 года.

Ученый секретарь
диссертационного совета ИРНТУ.05.04
кандидат экономических наук, доцент



Е. Ю. Головина

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность работы. Высокотехнологичные предприятия, определяемые интенсивными исследованиями и инвестициями, производят сложные продукты и услуги, требующие для реализации технологических процессов применения передовых технологий. Система менеджмента качества (СМК) обеспечивает структурированный подход к управлению производством, учитывая эти сложности, снижая риски и повышая качество. Высокое качество является основной характеристикой свойств продукции. Однако требования заинтересованных сторон (ТЗС) к качеству продукции в современных условиях постоянно растут. В этой связи совершенствование СМК высокотехнологичных предприятий на базе цифровых технологий представляется важнейшей задачей.

Являясь крупными потребителями энергии и ресурсов, высокотехнологичные предприятия неизбежно оказывают негативное влияние на окружающую среду. Мировая промышленность, в том числе лесоперерабатывающая, в настоящее время сталкивается с двойными задачами: удовлетворить растущий спрос на качественную продукцию, учитывая ТЗС, при этом свести к минимуму негативное воздействие на окружающую среду. СМК является инструментом, который обеспечивает построение процессов, отвечающих за качество производимой продукции, а ESG-критерии используются для сбалансированного учета и соблюдения экологических, социальных и управленческих показателей.

Интеграцию ESG-критериев и СМК высокотехнологичных предприятий следует оценивать, как ключевой фактор обеспечения устойчивости, отвечающий и за качество продукции, и за состояние окружающей среды. В связи с вышеизложенным и, исходя из понимания, что наиболее адаптированным к практической деятельности предприятий является процессно-ориентированное управление, которое трактуется как структурирование процессов на предприятии, для удовлетворения потребностей заинтересованных сторон, задача разработки обобщенной процессно-ориентированной модели интегрированной системы управления высокотехнологичными предприятиями, основанной на ESG-критериях и принципах СМК на базе современной цифровой технологии, становится особенно актуальной.

Степень разработанности темы исследования. Аспекты формирования основных инструментов и методов контроля качества продукции являются востребованными научным сообществом. Данным проблемам уделено большое внимание отечественных и зарубежных ученых, таких как: Ю.П. Адлер, В.Н. Азаров, Б.В. Бойцов, О.А. Горленко, М.Г. Круглов, Ю.М. Мирош, Г.В. Панкина, Е.В. Плахотникова, Г.М. Шишков, Я.Б. Шор, У.Э. Шухарт, У.Э. Деминг, К. Исикава, Х. Кумэ и многих других известных исследователей.

Важную роль в области управления качеством продукции, стандартизации и организации производства играют такие ученые как: Г.Г. Азгальдов, В.А. Васильев, А.В. Гличев, Ю.С. Ключков, П.А. Лончих, С.А. Одинокоев, М.А. Полякова, М.Е. Ставровский, У. Детмер, Д. Джуран, М. Имаи, Г. Тагути, А. Фейгенбаум и другие.

Устойчивое развитие, как и понятия «устойчивость» и «устойчивое лесопользование» также стали объектами изучения многих ученых. Содержания данных понятий раскрываются в трудах Н.В. Амбросова, А.Ю. Газизулиной, Н.К. Моисеевой, Е.В. Попова, Б.Ю. Сербиновского, С.В. Чупрова, Ю.В. Вертаковой, А.П. Суходолова, Ф.И. Шамхалова и других ученых.

Различные аспекты функционирования высокотехнологичных предприятий, в том числе лесной промышленности раскрыты в работах таких авторов, как Н.М. Абдикеева, О.М. Абросимовой, Э.Л. Акима, В.А. Бариновой, С.П. Земцова, М.А. Кузиной, Р.И. Семеновой, В.Г. Смирнова, Е.Ю. Широковой и других исследователей.

Вопросам негативного влияния деятельности крупных лесоперерабатывающих предприятий на окружающую среду посвятили свои работы такие исследователи, как: П.А. Бек, С.Д. Гетц, Р.С. Дефрис, Р.Б. Джексон, Н.Т. Лапорт, Л. Майлз, Д.К. Мортон, У.С. Уокер, М.А. Фридл и др.

Вместе с тем проблемы антропогенного воздействия на окружающую среду, устойчивого развития высокотехнологичных предприятий в условиях цифровизации производственных мощностей и качества производимой продукции в соответствии с СМК требуют дальнейшего самостоятельного исследования.

Целью диссертационной работы является разработка обобщенной процессно-ориентированной модели интегрированной системы управления (ИСУ) высокотехнологичными предприятиями, основанной на ESG-критериях и принципах СМК на базе Blockchain технологии.

В соответствии с целью исследования необходимо решить следующие **задачи**:

- раскрыть теоретические основы Blockchain технологии для оценки ее потенциального применения и выявления ограничений и рисков при внедрении; доказать универсальность данной технологии;
- установить и обосновать взаимодействие между СМК и Blockchain технологией;
- разработать алгоритм интеграции ESG-критериев на базе Blockchain технологии, для модернизации стандартного способа генерации ESG-отчетности;
- разработать схему взаимосвязи ESG-критериев устойчивого развития с СМК;
- разработать регламент управления несоответствующими результатами процессов;
- выявить проблемы лесоперерабатывающих предприятий, применяя статистические методы в виде диаграмм Парето и Исикавы, а также провести экспериментальные исследования по применению усовершенствованной СМК с целью повышения конкурентоспособности высокотехнологичных предприятий в условиях нестабильности и неопределенности внешнего воздействия.

Объектом исследования является система менеджмента качества высокотехнологичных предприятий.

Предметом исследования являются методы, инструменты и механизмы совершенствования СМК высокотехнологичных предприятий.

Научная новизна диссертационной работы заключается в следующем:

- разработан алгоритм интеграции ESG-критериев на базе Blockchain технологии и представлена обновленная схема этапов ESG-отчетности, что дало возможность сократить время процесса генерации данных;
- разработана оригинальная схема взаимосвязи ESG-критериев устойчивого развития с СМК, что позволило определить отсутствие препятствий при интеграции СМК и ESG-критериев;
- разработана авторская обобщенная процессно-ориентированная модель интегрированной системы управления высокотехнологичными предприятиями, основанная на ESG-критериях и принципах СМК на базе Blockchain технологии.

Теоретическая значимость работы заключается в развитии теории управления качеством, а именно в совершенствовании СМК высокотехнологичных предприятий.

Практическая значимость диссертационной работы состоит в разработке концептуальной модели, схем и алгоритмов, что позволило:

- разработать подход совершенствования системы менеджмента качества высокотехнологичных предприятий и методы непрерывного улучшения процессов производства за счет соответствия разработанной обобщенной процессно-ориентированной модели ИСУ циклу Деминга;
- выявить и подтвердить основные проблемы лесоперерабатывающих предприятий, применяя статистические методы в виде диаграмм Парето и Исикавы, для снижения производственных рисков;
- внедрить разработанную обобщенную процессно-ориентированную модель ИСУ, основанную на ESG-критериях и принципах СМК на базе Blockchain, в технологические процессы по производству пиломатериалов на ООО «Горстрой» (г. Иркутск) и ООО «АНГАРА ПЛЮС» (г. Братск, Иркутская обл.) для снижения производственного брака, минимизации негативного влияния их деятельности на окружающую среду и повышения

качества производимой продукции. Практическая значимость работы подтверждена актами внедрения на предприятиях и актом внедрения в учебный процесс ИРНИТУ.

Методы исследования. Методическую базу диссертационного исследования составляют концептуальные основы системного и процессного подходов к управлению высокотехнологичными предприятиями, методы сравнительного и статистического анализа и компьютерной обработки. Результаты исследования базируются на анализе нормативных документов и обзоре литературы отечественных и зарубежных авторов в области менеджмента качества, совершенствования СМК, устойчивого развития высокотехнологичных предприятий. В ходе исследования был запущен пилотный проект по внедрению Blockchain технологии на ООО «Горстрой» для реализации процесса интеграции ESG-критериев с СМК. Для оценки эффективности производства данного предприятия был применен процессно-ориентированный подход согласно требованиям стандарта, ISO 9001:2015, который позволил определить результативность процесса, а также оценить возникающие технологические и эксплуатационные риски. При разработке модели ИСУ использовались программный продукт Ramus и нотация IDEF0.

Положения, выносимые на защиту:

- обоснование развития ESG-критериев для интеграции с СМК;
- алгоритм интеграции ESG-критериев на базе Blockchain технологии и модернизированная схема процессов ESG-отчетности;
- схема взаимосвязи ESG-критериев устойчивого развития с СМК;
- обобщенная процессно-ориентированная модель интегрированной системы управления, основанная на ESG-критериях и принципах СМК на базе Blockchain технологии.

Соответствие паспорту научной специальности 2.5.22:

- п. 4. Инновации при разработке, развитии, цифровизации систем менеджмента качества (СМК) предприятий и организаций;
- п. 10. Научно-практическое развитие методов потребительской оценки качества продукции и услуг для высокотехнологичных отраслей производства и сервиса;
- п. 11. Создание и развитие систем менеджмента, том числе, интегрированных (ИСМ) на основе ИСО 9001, ИСО 14001, ИСО 45001 и смежных отраслевых международных и отечественных стандартов.

Достоверность научных результатов исследования обеспечивается корректностью постановки цели и задач, применением математического и статистического аппарата, анализом официальных аналитических данных, законодательных и правовых актов, регламентирующих предпринимательскую, инновационную, инвестиционную и другие виды деятельности в РФ, качественным и количественным согласованием теоретических результатов и практических данных, а также внедрением разработанных моделей, алгоритмов и схем на предприятиях лесоперерабатывающей отрасли и моделированием бизнес-процессов с применением программного обеспечения для проведения расчетов.

Конкретное личное участие автора в получении результатов научных исследований, изложенных в диссертации.

Личный вклад автора заключается в постановке задач исследования, организации и проведении каждого этапа исследований; выполнении расчетов; подготовке пилотного проекта по внедрению цифровой технологии и обработке полученных результатов; анализе и сопоставлении экспериментальных и теоретических данных; разработке и корректировке технологической схемы; апробации полученных результатов исследования в ходе внедрения разработанной модели интегрированной системы управления на лесоперерабатывающих предприятиях; формулировке выводов и рекомендаций.

Апробация результатов. Апробация результатов диссертации проводилась на международных и всероссийских научно-технических и научно-практических конференциях: VI Всероссийская научно-практическая конференция «Экономика инфраструктурных преобразований: проблемы и перспективы развития». 2020 г. (г. Иркутск); VIII Всероссийская научно-практическая конференция. 2021 г. (г. Иркутск); VIII Всероссийская научно-

практическая конференция «Экономика инфраструктурных преобразований: проблемы и перспективы развития». 2021 г. (г. Иркутск); VII Международная научно-практическая конференция «Менеджмент качества, транспортная и информационная безопасность, информационные технологии» IT&QM&IS 2022 г. (г. Санкт-Петербург); Международная студенческая научно-практическая конференция. «Информатизация и виртуализация экономической и социальной жизни». 2023 г. (г. Иркутск); IX Международная научно-практическая конференция «Менеджмент качества, транспортная и информационная безопасность, информационные технологии». QM&TIS&IT 2024 г. (г. Нальчик); IX Международная научно-практическая конференция «Менеджмент качества, транспортная и информационная безопасность, информационные технологии». QM&TIS&IT 2024 г. (г. Нальчик); XIV Всероссийской научно-практической конференции с международным участием «Перспективы развития, совершенствования и автоматизации высокотехнологичных производств» 2024 г. (г. Иркутск); Международная научно-техническая конференция, СМиС-2024. «Технологии Управления Качеством» 2024 г. (г. Москва).

Структура и объем работы. Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения, списка литературы из 127 источников, 3 приложений. Общий объем работы изложен на 162 страницах, содержит 28 таблиц, 44 рисунков.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении обоснована актуальность рассматриваемой проблемы, степень ее разработанности, определены объект и предмет исследования, сформулированы цель и задачи работы, научная новизна, теоретическая и практическая значимость, степень достоверности и апробация результатов.

В первой главе проведен анализ базовых элементов СМК. Изучены и проанализированы такие понятия, как устойчивое развитие, качество, цифровизация. Выявлено, что до сих пор нет определенного единства и обоснования в трактовке понятия «устойчивое лесопользование» во взаимосвязи с проблемами данной отрасли и экономики в целом. В связи с этим дано авторское определение понятию «устойчивое лесопользование» в контексте применения цифровых технологий.

Изучены современные цифровые технологии, что позволило определить Blockchain как технологию, которая может быть платформой для интеграции ESG и СМК. Технически Blockchain - это база данных, в которой существующие записи могут быть обновлены только после достижения консенсуса между всеми участниками относительно подлинности предлагаемой информации. Это создает распределенный метод записи действительных процессов. Проверка транзакций достигается путем взаимного подтверждения среди участников, что позволяет избежать привлечения третьей стороны. Смарт-контракты используют цифровые протоколы для автоматического выполнения заранее определенных процессов без участия третьей стороны. На вычислительном уровне Blockchain является децентрализованным реестром всех транзакций. Также исследованы ESG-критерии устойчивого развития. ESG как концепция устойчивого развития базируется на достижении трех ключевых критериев. Это, во-первых, Environmental – ответственное взаимодействие с окружающей средой; во-вторых, Social – проявление высокой социальной ответственности; и, в-третьих, Governance – обеспечение высокого уровня корпоративного управления. Выявлено, что ESG-критерии как показатели, по которым оценивают, насколько компания учитывает экологические, социальные и управленческий аспекты, имеют как достоинства, так и недостатки, такие как «Недостоверные данные», «Внедрение и функционирование», «Скорость выполнения функций», «Мониторинг выбросов химических веществ» и др. Однако, анализ технологии Blockchain показал, что данная технология в состоянии решить проблемы ESG-критериев посредством прозрачности, отслеживаемости и подотчетности. Далее в работе проанализирован стандартный способ генерации ESG-отчетности (рис. 1).

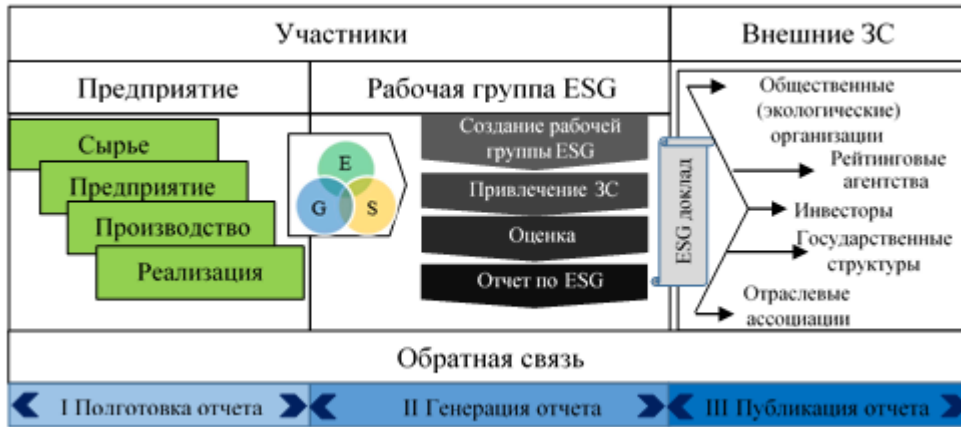


Рисунок 1 – Стандартные процессы ESG-отчетности

Как видно из рисунка 1, чтобы сгенерировать отчет, необходимо выполнить несколько этапов: подготовку отчета, генерацию отчета и его публикацию, которые включают большое количество подэтапов. Установлено, что между этапами необходимо проводить проверку. Также сложность заключается в несоответствии между данными ESG отчетов на этапе генерации. Представленные этапы требуют больших затрат и времени. Возникает еще больше проблем у предприятий на пути достижения целей устойчивого развития (УР).

В рамках исследования проведен анализ современного состояния и перспективы развития высокотехнологичных предприятий лесной промышленности, который показал, что управление данными предприятиями требует внедрения процессного подхода.

Во второй главе описано обоснование разработки процессно-ориентированной модели интегрированной системы управления. Интеграция ESG и CMK - это комплексный процесс, требующий анализа совместимости соответствующих систем, критериев и целей. В первую очередь было необходимо установить взаимодействие между CMK и предлагаемой цифровой технологией (рис. 2).

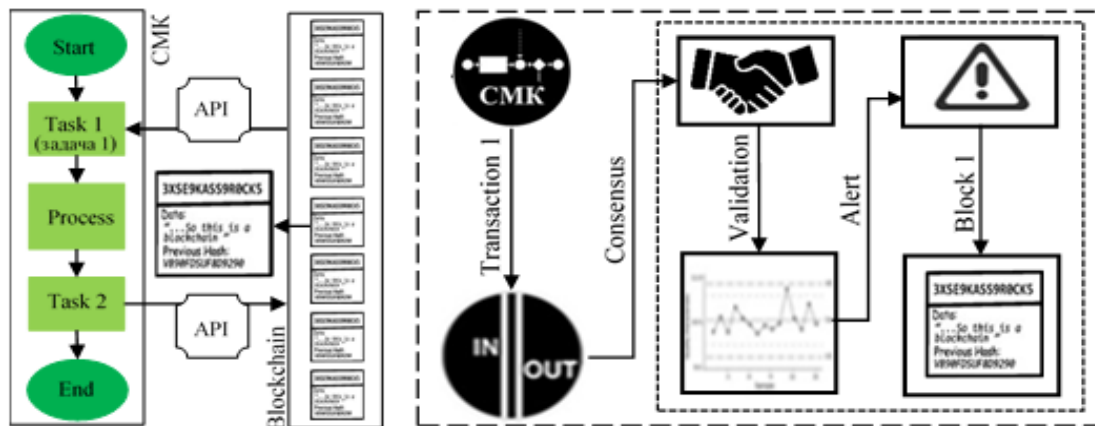


Рисунок 2 – Схема взаимодействия CMK и Blockchain. Процессы внутри блоков

Согласно схеме, взаимодействие между CMK и Blockchain осуществляется через API (Application Programming Interface). Это набор принципов взаимодействия компонентов различных систем. Для каждой транзакции, выполненной в CMK, которая запускает вызов Blockchain, активируется процесс для проверки действительности транзакции «consensus», для подтверждения результатов процесса с помощью смарт-контракта «validation», который выявляет, находятся ли процессы в пределах контроля. Используя эту информацию, отправляется ответ на сервер CMK «alert» для владельца бизнес-процесса, чтобы тот предпринял действия в отношении процесса и сохранил информацию в Blockchain «block 1».

Технология позволила обеспечить взаимодействие между клиентами и серверами в распределенной сети.

Неотъемлемым компонентом успешной интеграции является разработка алгоритма интеграции ESG-критериев на базе Blockchain в высокотехнологичные предприятия (рис. 3).



Рисунок 3 – Алгоритм интеграции ESG-критериев на базе Blockchain

В качестве цифровой платформы был выбран не публичный, а Blockchain «Consortium», к которому каждый может подключиться для просмотра, а добавлять информацию участник может только с разрешения других участников, что повышает доверие заинтересованных сторон. Необходимо было строго соблюдать этапы внедрения самой технологии, одним из которых является «запуск узла». Данный запуск был осуществлен с помощью программного обеспечения «клиент» с учетом риска изменения бизнес-процессов планирования.

Анализ управления отчетами ESG на основе смарт-контрактов показал, что технология обеспечивает автоматическое и надежное составление ESG-отчетности в процессе генерации данных (рис. 4).

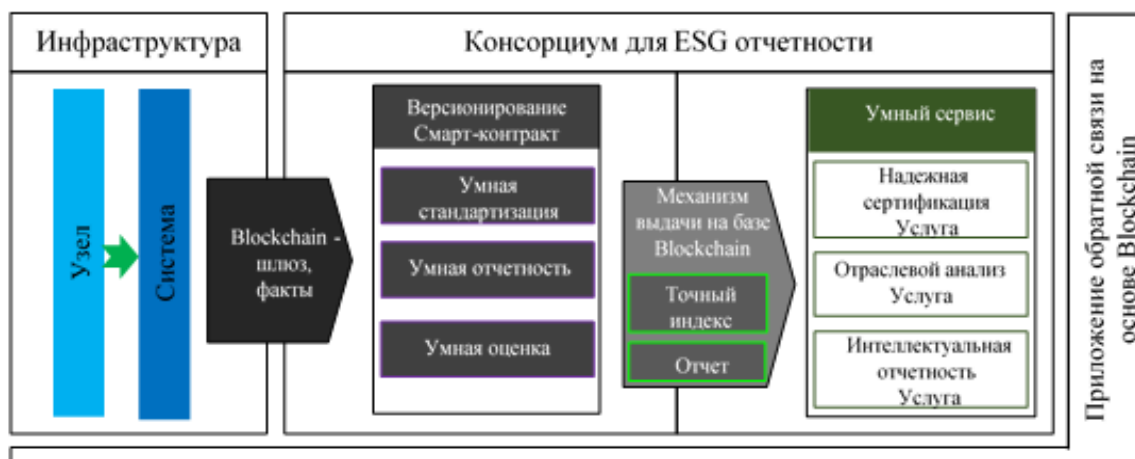


Рисунок 4 – ESG-отчетность на базе Blockchain

Поскольку множество копий Blockchain хранятся и управляются на основе консенсуса в одноранговой сети, никто не может изменить прошлые транзакции. Применение данной технологии коренным образом меняет взаимодействие всех участников.

Необходимым этапом стало выявление взаимосвязи между ESG-критериями и СМК, так как это поможет достичь синергии между качеством, устойчивостью и ответственностью. Более того, в ходе исследования было выявлено, что задачи ESG-критериев и возможности Blockchain технологии полностью совпадают с целями ISCC (International Sustainability and Carbon Certification), которая является одной из крупнейших в мире систем сертификации, насчитывающей более 9000 действующих сертификатов в более чем 130 странах. Являясь стандартом, исключая сокращение лесов, ISCC стремится к тому, чтобы любое сырье

производилось экологически, социально и экономически устойчивым образом. Ее миссия заключается в сокращении выбросов парниковых газов (ПГ) и налаживании устойчивого производства с полностью отслеживаемыми цепочками поставок от производителя до конечного потребителя, что может предоставить технология Blockchain. В связи с этим, в разработанную схему взаимосвязи ESG-критериев с системой менеджмента качества, основанную на базовом стандарте ISO 9000, включены и иные стандарты, входящие в это семейство. Кроме того, предложенная схема предполагает связь с целями ISCC (рис. 5).



Рисунок 5 – Схема взаимосвязи ESG-критериев УР с СМК

Установлено, что взаимосвязь есть, и она взаимовыгодная; следовательно, возникает необходимость создания процессно-ориентированной модели ИСУ основанной на ESG-критериях и принципах СМК на базе Blockchain технологии.

Анализ факторов неопределенности на высокотехнологичных предприятиях показал, что проблемы загрязнения окружающей среды остаются нерешенными. В местах функционирования лесопромышленных предприятий были зафиксированы выбросы в атмосферу различных ПГ, включая CO₂, CH₄, NO_x, N₂O, SO₂ и др., приводящие к глобальному потеплению. Таким образом, производственный цикл лесоматериалов, охватывающий все этапы от заготовки древесины до получения готовой продукции, сопровождаемый значимыми экологическими аспектами, которые определяются требованиями стандарта ISO 14001:2015, оказывает негативное воздействие на окружающую среду и вызывают загрязнение почвы, атмосферы и водных ресурсов.

Установлено, что в среднем из всего вырубаемого леса около 36 % является низкокачественной древесиной, из которой 30,6 % является зараженной, а лишь 5,4 % из этого объема подходит для производства щепы как вторсырья. Следовательно, оставшаяся доля уходит на утилизацию, а это 9,18 % из 100 %. Низкое качество обусловлено заболеванием сердцевины древесины, что также является следствием присутствия в воздухе большого количества вышеупомянутых химических веществ. Это наносит большой ущерб и климату, и деятельности предприятий, так как в структуре спроса доминируют пиломатериалы, которые изготавливаются исключительно из здоровой древесины. Также негативно влияет вырубка древесины в больших объемах, так как деревья являются поглотителями ПГ.

Для совершенствования СМК высокотехнологичных предприятий лесной и других промышленности предложенная технология Blockchain способна, с одной стороны, предоставлять контроль регулирующим органам и рейтинговым компаниям над выбросами ПГ, заинтересованным сторонам - возможность контролировать качество продукции,

предприятиям - возможность минимизировать количество дефектов и увеличить прибыль, всем участникам промышленности - единую неизменяемую информационную платформу, которая позволит снизить риски, уменьшить издержки и сократить время выхода товара на рынок, с другой стороны, технология является платформой для интеграции ESG и СМК.

В третьей главе разработана и представлена обобщенная процессно-ориентированная модель ИСУ, первым этапом которой является «Сбор и анализ требований», так как от качества выполненных задач на данном этапе зависит качество всех последующих процессов. Также разработана схема, регламентирующая действия при несоответствующих результатах процессов. Для совершенствования СМК выбрано крупное лесоперерабатывающее предприятие ООО «Горстрой». С помощью статистического анализа данных выявлено, что наибольшее число дефектов на производстве и связанные с этим потери возникают из-за недостоверной и несвоевременной информации о качестве вырубленной и поступающей на переработку древесины (рис. 6).

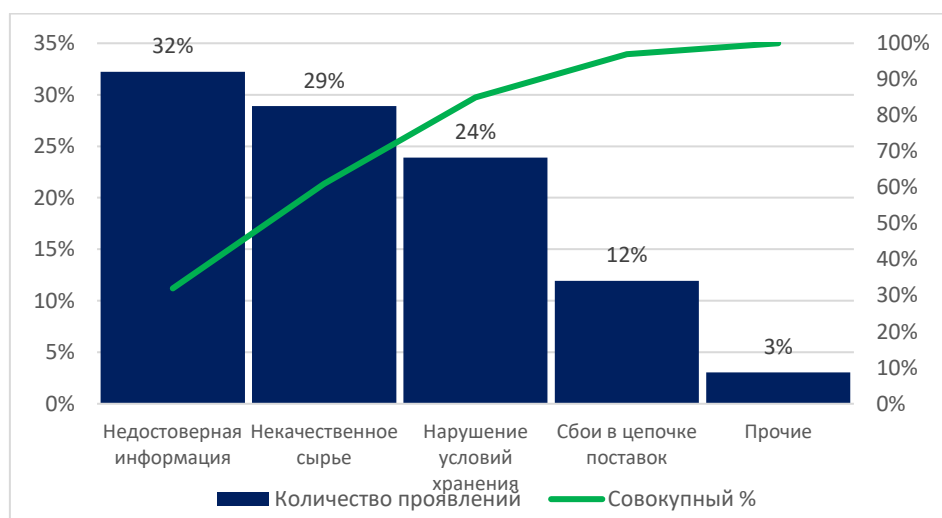


Рисунок 6 – Диаграмма Парето по видам причин брака на производстве лесоматериалов

Анализ показал, что 80 % причин производственного брака заключаются в недостоверной информации и некачественном сырье, которое поступает на производство, что приводит к растрескиванию и деформации уже готовой продукции. Также выявлено, что вносимая в сопровождающие документы информация на различных этапах вырубке не поступает своевременно к специалистам предприятия, следовательно, приравнивается к недостоверной информации о качестве вырубаемых деревьев, что приводит к переработке непригодной древесины, следовательно, и к большим убыткам. В связи с этим и учитывая негативное влияние процессов лесозаготовки и лесопереработки на окружающую среду, разработана обобщенная процессно-ориентированная модель ИСУ (рис. 7). В разработанной модели, масштабирование - это результат успешной реализации всех предыдущих процессов. Blockchain является инструментом для успешного достижения целей предприятия. Для оценки конкурентоспособности предприятия была необходимость обращения к пяти силам Портера: анализ конкуренции; анализ поставщиков; анализ покупателей; анализ угрозы новых участников; анализ угрозы заменителей. Данная модель, регулярно анализируя процессы, вносит в них изменения для повышения их эффективности. Она автоматически определяет правила и процедуры выполнения задач, что снижает количество ошибок и повышает качество результатов, также предоставляет анализ результатов, что помогает идентифицировать проблемы и вносить необходимые коррективы. Модель определяет четкие границы ответственности и взаимодействия между отделами, что снижает дублирование работы и улучшает координацию действий.

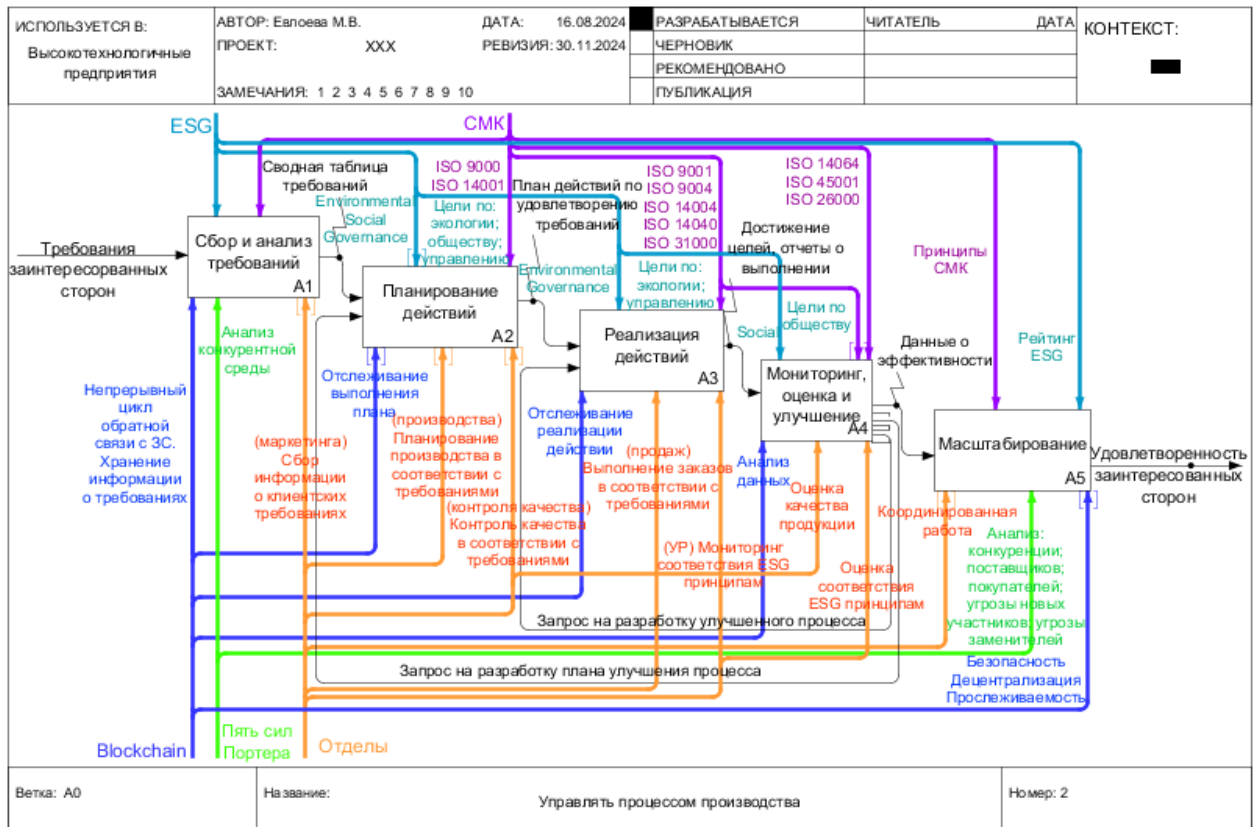


Рисунок 7 – Обобщенная процессно-ориентированная модель ИСУ на основе ESG-критериев и СМК на базе Blockchain

Как видно из рисунка 7, модель позволяет грамотно управлять бизнес-процессами. При внедрении модели в ООО «Горстрой» были выявлены такие преимущества как прозрачность процессов; упрощенное взаимодействие между сотрудниками; повышенная эффективность и качество работы; усиленная ответственность сотрудников и др. Элементы улучшения и масштабирования являются сложными, но необходимыми задачами. Деятельность приобретает циклический характер, поэтому в основу модели лег цикл PDCA.

Особо важную роль в данной модели играет Blockchain, доверие в котором встроено в сам механизм цепочки данных. Для его успешного функционирования и реализации бизнес-процессов мы использовали MDE (model-driven-engineering). Это инструмент от Blockchain, который автоматически создает код смарт-контракта на основе спецификаций, заранее закодированных в процессной модели и в реестре данных. Более того Blockchain способен в автоматическом режиме запускать дополнительные процессы в случае возникновения несоответствий. Следовательно, разработана схема, регламентирующая действия при несоответствующих результатах процессов (рис. 8).

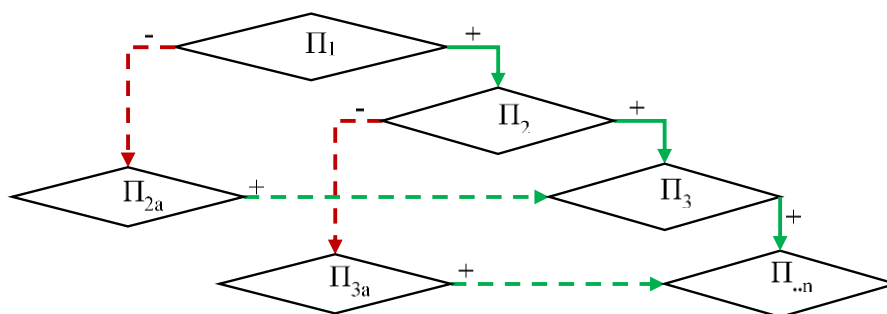


Рисунок 8 – Схема регламента действий при возникновении несоответствий

Предложенная схема исключает необходимость затрат времени на разработку и внедрение механизма устранения несоответствий.

В четвертой главе описано обоснование применения предложенных элементов, конкретизирована процессно-ориентированная модель ИСУ и сформирована декомпозиция каждого процесса. Проведен анализ пригодности процессов производства. Выполнена потребительская оценка качества продукции. Представлен экономический эффект при применении предлагаемых инструментов и моделей.

Учитывая ТЗС к качеству продукции согласно «Многомерному статистическому контролю процессов», в работе были установлены нормативные уровни годной продукции на каждом процессе. После этого, проведен статистический контроль процессов по производству пиломатериалов, а именно блок-хауса на ООО «Горстрой» (рис. 9), так как это продукция требует тщательной и точной обработки, а именно: отбор древесины; распиливание; заготовка; камерная сушка; торцовка. В ходе торцовки, пиломатериалы подвергаются обработке на специальном оборудовании, на котором производится финальное выравнивание, вырезаются пазы и шипы, то есть изготовление блок-хауса выполняется на фрезерном станке.

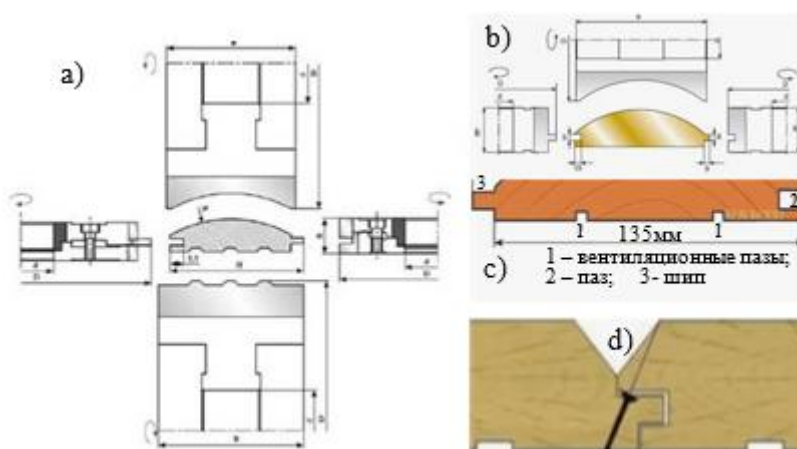


Рисунок 9 – Схема обработки блок-хауса

Для оценки стабильности процессов необходимо определить возможные отклонения, а именно технические для каждой выборки, то есть размах процесса X_i :

$$\bar{X}_i = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n X_{ij}, \quad (1)$$

где i - номер выборки; j - номер измеренного показателя; n - размер выборки; X_{ij} - измеренный показатель ср. отклонения в i -той подгруппе.

Стандартное отклонение по выборке вычислили по формуле:

$$S_i = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{j=1}^n (X_{ij} - \bar{X}_i)^2}, \quad (2)$$

Общий средний показатель на данном предприятии по всем выборкам составил:

$$\bar{\bar{X}} = \frac{1}{k} \sum_{i=1}^k \bar{X}_i = 1,16\text{мм}, \quad (3)$$

где k - количество выборок.

Среднее стандартное отклонение S вычислили по формуле 4, и в условиях ООО «Горстрой» оно составило:

$$\bar{S} = \frac{1}{k} \sum_{i=1}^k S_i = 0,16\text{мм}, \quad (4)$$

Для проведения последующих вычислений требовалось установить допустимые пределы отклонений, чтобы убедиться, что их показатели не превышают пороговые значения, при которых качество, результативность и надежность процессов становятся недопустимыми. В связи с этим, были определены верхние и нижние границы допуска, среднее значение которых составляет:

$$UCL_{\bar{X}} = \bar{\bar{X}} + 1,3 \cdot \bar{S} \geq \bar{X}_{max} = 1,37\text{мм}, \quad (5)$$

$$LCL_{\bar{X}} = \bar{X} + 1,3 \cdot \bar{s} \leq \bar{X}_{min} = 0,95\text{мм}, \quad (6)$$

Верхняя граница допуска для стандартного отклонения составила:

$$UCL_S = 2,1 \cdot \bar{s} \geq s_{max} = 0,33\text{мм}, \quad (7)$$

Далее определили величину стандартного отклонения σ :

$$\sigma_{N-1} = \sqrt{\frac{1}{N-1} \sum_{j=1}^N (X_i - \bar{X}_N)^2} = 0,16, \quad (8)$$

где N - общее количество измеренных показателей, а \bar{X}_N определяется по следующей формуле:

$$\bar{X}_N = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N X_i = 1,16, \quad (9)$$

где $i = 1, 2, \dots, N$; X_i -ое значение измеренного показателя.

Подставляя полученные выше значения вычислили индексы пригодности процессов для фрезерного станка C_M и C_{MK} . Для этого также требовались значения верхних и нижних границ допуска. Индекс пригодности процесса на ООО «Горстрой» равен:

$$C_M = \frac{UCL-LCL}{6 \cdot \sigma_{N-1}} = \frac{T}{6 \cdot \sigma_{N-1}} = 3,37, \quad (10)$$

где T - допустимое отклонение, размах допуска.

Далее нашли показатель пригодности производственного процесса. Приняв в качестве размаха процесса границы $\pm 3\sigma$, вычислили показатели, которые равны:

$$C_{MK} = \frac{UCL - \bar{X}_N}{3 \cdot \sigma_{N-1}} = 4,33, \quad (11)$$

$$C_{MK} = \frac{\bar{X}_N - LCL}{3 \cdot \sigma_{N-1}} = 3,17, \quad (12)$$

В случае, когда процесс точно центрирован, показатель C_{MK} равен C_M . Однако при отклонении процесса от своего номинального значения, C_{MK} становится меньше чем C_M . Согласно «Многомерному статистическому контролю процессов» процессы на оборудовании считаются пригодными при соблюдении следующих показателей: $C_M \geq 1,66$, а $C_{MK} \geq 1,67$.

На основании полученных данных созданы контрольные карты процессов. Номинальный показатель измеряемого шипа составляет 0,15 см с допустимым отклонением в ± 2 мм. Для производственного процесса было использовано 50 единиц предварительно подготовленного сырья, которые разделили на 5 выборок, по 10 единиц в каждой. После того, как рассчитали показатели размаха процесса, стандартные отклонения для каждой выборки, общие средние показатели по размаху и стандартному отклонению, вычислили показатели верхней и нижней границы допуска и построили контрольные карты (рис. 10).

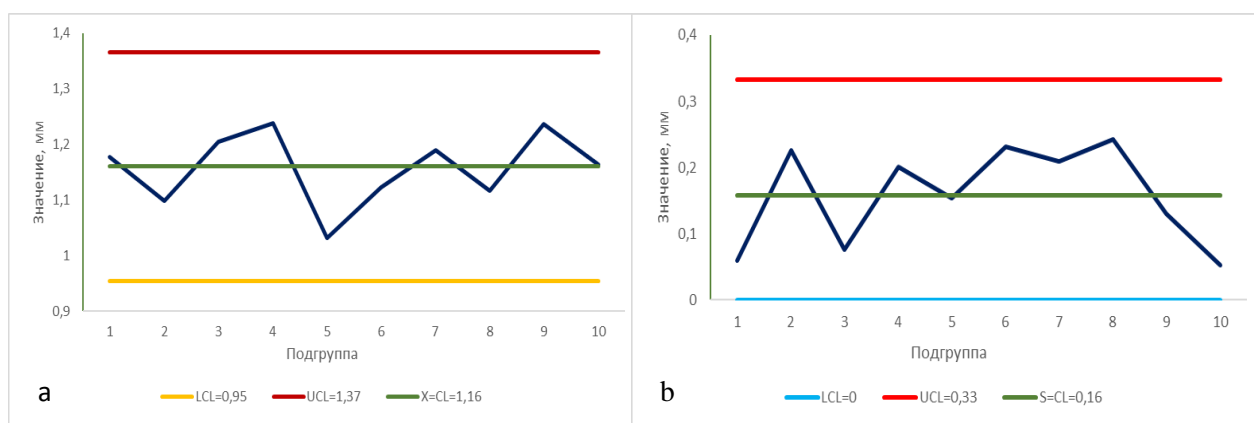


Рисунок 10 – Контрольные карты среднего (а) и стандартного (б) отклонений

Сделан вывод, что данный процесс производства является контролируемым, так как никаких негативных тенденций выявлено не было.

Представленная ниже гистограмма показывает, что большинство значений колеблется в районе средних показателей, кривая распределения вероятных значений является нормальной. Процесс находится в границах нормального распределения (рис. 11).

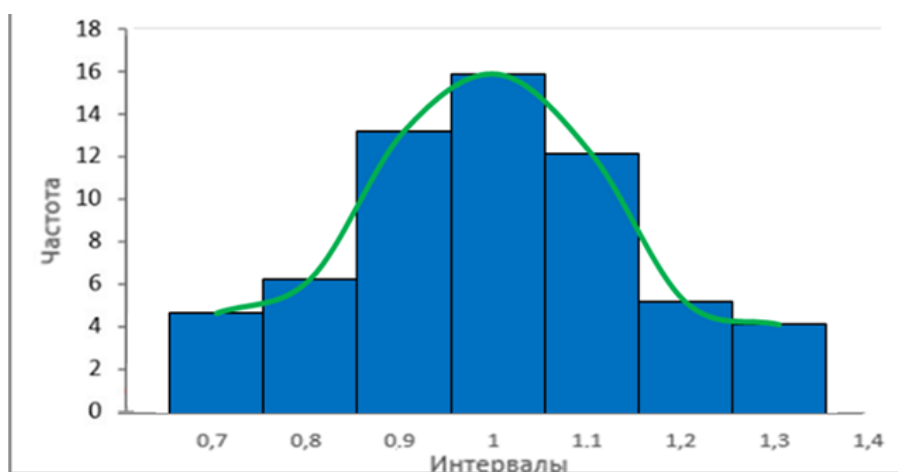


Рисунок 11 – Относительная частотность отдельных интервалов

Исходя из выше приведенных индексов пригодности процесса, сделан вывод, что показатели пригодности процесса на ООО «Горстрой» соответствуют нормам, а именно: $S_m \geq 1,66$ и $S_{mk} \geq 1,67$; следовательно, даже при отклонении от стандарта, предприятие выйдет на приемлемое качество продукта. Контрольные карты показали, что процесс стабилен, гистограмма подтвердила нормальное распределение показателей, а расчетные показатели индексов пригодности доказали, что диапазон показателей был соблюден. Следовательно, процессы являются пригодными для реализации технологических операций.

Для потребительской оценки качества продукции ООО «Горстрой», в соответствии с 10м пунктом паспорта 2.5.22. использован измерительный метод определения показателей качества продукции. При определении технических требований к древесине принималось во внимание ее фактическое состояние при поступлении на предприятие. Сравнены несущие способности нескольких видов бруса, куда входят два вида производимые по стандартной технологии, это деревянная двутавровая балка ИСJ (а) и деревянный брус (b), и третий вид, производимый в соответствии с внедренной процессно-ориентированной моделью ИСУ, учитывая требования по снижению негативного влияния на окружающую среду и повышения качества продукции, а именно клееный брус (с), (рис. 12).



Рисунок 12 – Виды балок предприятия ООО «Горстрой»

Расчет производился по двум предельным состояниям, то есть, по потере эксплуатационных свойств и по прогибам, так как это основные показатели качества, и являются критериями сравнения. В результате расчетов, было выявлено, что причиной большого количества брака первых двух видов балок является растрескивание и деформация. Третий вид данной группы пиломатериалов, процессы жизненного цикла которого планируются в соответствии с ТЗС и ESG-критериями, а именно, клееный брус с использованием безвредных средств обработки и клейки показал самые высокие результаты. Важное значение имело производство клееного бруса с пазами и шипами, как у блок-хауса, которые обеспечивают правильную стыковку при монтаже, и более того проведенный статистический контроль показал, что данный процесс стабилен. Условия для расчета и основные характеристики пиломатериалов приведены в табл. 1 и 2.

Таблица 1 – Условия для расчета

| Показатель | Обозначение | Значение |
|---------------------------------------|-------------|----------|
| Длина расчетная | L | 5,8 м |
| Нагрузка на м ² перекрытия | P | 400 кг |
| Шаг балок | S | 0,4 м |
| Нагрузка на метр погонный балки | q | 160 кг |

Показатель нагрузки на метр погонный балки находят по формуле:

$$q = P \cdot S, \quad (13)$$

$$q = 400_{\text{кг/м}^2} \cdot 0,4 = 160_{\text{кг}},$$

Таблица 2 – Основные характеристики балок

| Показатель / Вид бруса | Двутавровая балка ICJ | Брус сухой строганный | Клееный брус |
|------------------------|-----------------------|------------------------|-----------------------|
| Момент инерции | 9 477 см ⁴ | 11 520 см ⁴ | 8 788 см ⁴ |
| Момент сопротивления | 632 см ³ | 960 см ³ | 676 см ³ |
| Модуль упругости | 12 000 МПа | 9 000 МПа | 14 000 МПа |

Расчет по первому предельному состоянию произвели по формуле:

$$R = M \div W, \quad (14)$$

где R - расчетное сопротивление изгибу; M - максимальный момент; W - момент сопротивления. Максимальный момент M находят по формуле:

$$M = q \cdot L^2 \div 8, \quad (15)$$

где q - нагрузка на метр погонный балки; L – длина расчетная.

$$M = 160 \cdot 5,8^2 \div 8 = 673 \text{ кНм},$$

Далее подставляя заданные значения и показатель максимального момента, произвели расчет по первому предельному состоянию двутавровой балки ICJ:

$$R = 673 \text{ кНм} \div 632 \cdot 10^{-6} \text{ см}^3 = 1,06 \text{ кНм}^2 = 10,6 \text{ МПа} < R_{\text{расч}} = 22 \text{ МПа},$$

Подставив известные значения, также произвели расчет по первому предельному состоянию бруса сухого строганного:

$$R = 673 \text{ кНм} \div 960 \cdot 10^{-6} \text{ см}^3 = 0,7 \text{ кНм}^2 = 7 \text{ МПа} < R_{\text{расч}} = 14 \text{ МПа},$$

Расчетное сопротивление клееного бруса нашли, применяя ту же формулу:

$$R = 673 \text{ кНм} \div 676 \cdot 10^{-6} \text{ см}^3 = 0,99 \text{ кНм}^2 = 9,9 \text{ МПа} < R_{\text{расч}} = 27 \text{ МПа},$$

Расчет по второму предельному состоянию, произвели по формуле:

$$f/L < f_{\text{пред}} \div L, \quad (16)$$

где $f_{\text{пред}}$ - предельный прогиб, по строительным нормам и правилам (СНиП) II-25-80 для перекрытий равный 1/250.

$$f/L = 5 \cdot q \cdot L^3 \div (384 \cdot E \cdot J), \quad (17)$$

Для двутавровой балки ICJ:

$$f/L = 5 \cdot 160 \cdot 5,8^3 \div (384 \cdot 12000 \cdot 10^5 \cdot 9477 \cdot 10^{-8}) = 0,0036,$$

Для бруса, сухого строганного:

$$f/L = 5 \cdot 160 \cdot 5,8^3 \div (384 \cdot 9000 \cdot 10^5 \cdot 11520 \cdot 10^{-8}) = 0,0039,$$

Для клееного бруса:

$$f/L = 5 \cdot 160 \cdot 5,8^3 \div (384 \cdot 14000 \cdot 10^5 \cdot 8788 \cdot 10^{-8}) = 0,0033,$$

Исходя из проведенных расчетов нами сделан вывод, что балки с данными геометрическими характеристиками отличаются. По своей несущей способности и удовлетворению условиям прогибов, клееный брус, производимый в соответствии с разработанной процессно-ориентированной моделью ИСУ, показал самые высокие положительные результаты (табл. 3).

Таблица 3 – Сравнительные характеристики балок

| Вид | Расчетное сопротивление | Предельный прогиб |
|--|-------------------------|-------------------|
| <i>До применения процессно-ориентированной модели ИСУ</i> | | |
| Двутавровая балка ICJ | 22 МПа | 0,0036 |
| Брус сухой строганный | 14 МПа | 0,0039 |
| <i>После применения процессно-ориентированной модели ИСУ</i> | | |
| Клееный брус | 27 МПа | 0,0033 |

Введение в производство данного вида пиломатериала помогло значительно снизить негативное влияние на окружающую среду и сократить производственные издержки:

- предприятие снизило объемы вырубki древесины, так как в отличии от бруса сухого строганного и двутавровой балки, данный вид материалов не требует переработки цельной круглой древесины, пригодны даже тонкие доски всех видов древесины, которые остаются после изготовления иных пиломатериалов;

- долговечность и теплосберегающие свойства данного вида балок являются основным преимуществом, следовательно, не возникнет риск дополнительных затрат на капитальный ремонт;

- данный вид бруса является самым качественным строительным материалом. Из расчетов видно, что он менее подвержен растрескиванию и деформации, более того благодаря свойствам клея со временем становится прочнее, что соответствует ТЗС;

- отсутствие усадки является еще одним достоинством этого вида бруса. Камерная сушка более эффективно удаляет влагу из досок, чем из цельных или крупных пиломатериалов, что обеспечивает минимальную усадку, следовательно, риск деформации сводится к нулю;

- высокая теплоэффективность, которая достигается за счет отсутствия щелей, так как венцы плотно прилегают друг к другу, приводит к энергоэффективности, следовательно, снижается негативное воздействие на окружающую среду;

- экологичность достигается посредством того, что данный вид бруса сохраняет все свойства обычной древесины, включая и экологическую чистоту;

- пропитанный безвредной для здоровья огнебиозащитой и склеенный негорючим безвредным клеем брус не воспламеняется, что повышает уровень пожаростойкости.

Разработанная процессно-ориентированная модель ИСУ на базе Blockchain технологии, дала возможность реализации сквозного технологического цикла производства новой, высокопрочной и высококачественной продукции, а именно клееного бруса в соответствии с системами менеджмента качества и экологического менеджмента, а также ESG-критериями УР.

Для расчета экономической выгоды для ООО «Горстрой» мы применили методику ТЕI (Total Economic Impact), табл. 4.

Таблица 4 – Экономия за счет капитальных затрат. Средняя прогнозная оценка (млн. руб.)

| Показатель | Обоз-ие | 1 год | 2 год | 3 год | 4 год | 5 год |
|---|--|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| Капитальные затраты, которых удалось избежать | b | 2,15 | 0 | 0 | 2,15 | 0 |
| Дополнительные расходы на инфраструктуру, которых удалось избежать | b ₁ = b·30% | 0,645 | 0 | 0 | 0,645 | 0 |
| Итого: Экономия за счет капитальных затрат | b₂=b+ b₁ | 2,795 | 0 | 0 | 2,795 | 0 |
| Общие капитальные затраты, которых удалось избежать (кумулятивный эффект за пять лет) | b ₃ | 2,795 | 2,795 | 2,795 | 5,590 | 5,590 |
| Требуемые эксплуатационные расходы в % от капитальных затрат | b ₄ = 20% | 20% | 20% | 20% | 20% | 20% |
| Подитог: Экономия за счет эксплуатационных расходов | b₅= b₃· b₄ | 0,559 | 0,559 | 0,559 | 1,118 | 1,118 |
| Экономия за счет капитальных затрат и эксплуатационных расходов | b₆= b₂+b₅ | 3,354 | 0,559 | 0,559 | 3,913 | 1,118 |
| Экономия всего за 5 лет | b₇ = ∑ b₆ | | | | | 9,503 |
| Экономия по годам | b₈=b₇/5 | | | | | 1,901 |

Далее приведен прогнозируемый диапазон (projected range, PR) результирующих доходов (табл. 5). Данные расчеты должны подтвердить или опровергнуть анализ. Диапазон прогнозов приведенной стоимости (PV), рассчитывается по формуле:

$$PV = \frac{R}{(1+r)^t}, \quad (18)$$

где R - ожидаемый в будущем доход; r - ставка дисконтирования; t - время.

$$PV = \frac{9,503}{(1 + 0,12)^5} = 5,399 \text{ млн. руб.}$$

Таблица 5 – Расчет диапазона прогнозов (PV за пятилетний период)

| Показатель | Обоз- ие | Ср. оценка |
|---|----------------|---------------|
| Капитальные затраты, которых удалось избежать | b | 1,5 |
| Дополнительные расходы на инфраструктуру, которых удалось избежать | b ₁ | 0,450 |
| Требуемые эксплуатационные расходы | b ₄ | 20% |
| Капитальные затраты и эксплуатационные расходы, которых удалось избежать (PV за пятилетний период) | b ₉ | 5,399 |

Из приведенных расчетов видно, что величина приведенной стоимости положительная. Следовательно, кумулятивный эффект положительный (рис. 13).

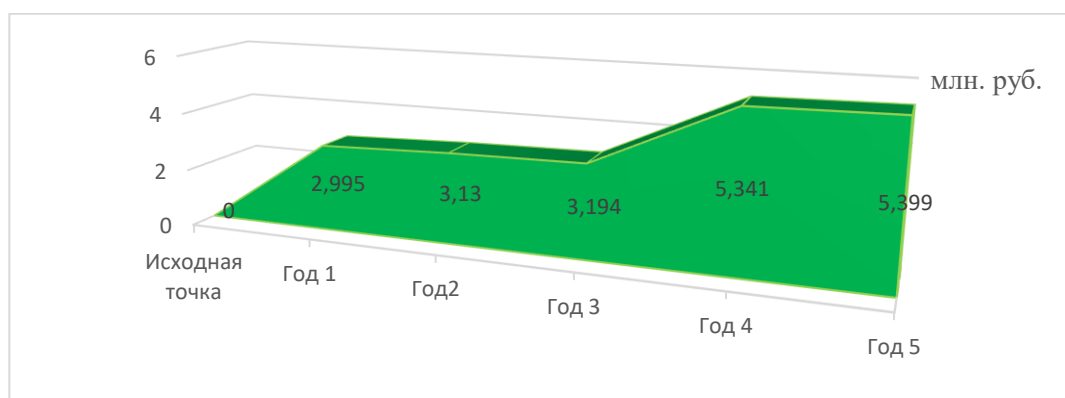


Рисунок 13 – Диапазон кумулятивного эффекта за пять лет, PV

Установлено, что внедрение предлагаемых инструментов значительно повышает чистую прибыль предприятия ООО «Горстрой». Благодаря технологии Blockchain посредством которого была создана единая информационная среда процессов жизненного цикла продукции, решена проблема децентрализации управления информационными потоками. В режиме реального времени все участники производственного процесса видели фактические данные о качестве процессов производства и самой продукции. Это позволило сократить время выхода товара на рынок.

За счет интеграции основных стандартов систем менеджмента, таких как ISO 9001 и ISO 31000 в разработанную модель идентифицированы риски брака конечной продукции. Соблюдая требования этих стандартов, удалось повысить качество производимой продукции. Внедрение результатов проведенной работы позволило получить технический, социальный и экономический эффект.

Технический эффект получили за счет внедрения разработанной процессно-ориентированной модели в этапы производства. Социальный эффект получили за счет снижения уровня выбросов парниковых газов и повышения уровня безопасности применяемых на производстве процессов путем интеграции ESG-критериев и СМК. Ожидаемый экономический эффект, а именно 1,9 млн. руб. получили за счет сокращения потерь производственных ресурсов, причинами которых являлись риски, вызванные недостоверной информацией о качестве и состоянии вырубленной древесины.

ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ И ВЫВОДЫ

В диссертационной работе предложено решение важной научно-технической задачи, заключающейся в совершенствовании СМК высокотехнологичных предприятий, основанной на разработке обобщенной процессно-ориентированной модели интегрированной системы

управления. В ходе решения поставленных задач получены следующие основные научно-практические результаты:

1. Исследованы проблемы и риски внедрения современных цифровых технологий. По результатам анализа выбран цифровой инструмент Blockchain. Доказана универсальность данной технологии.

2. Построена схема взаимодействия СМК и Blockchain. Доказано отсутствие конфликтов между подсистемами и серверами в распределенной сети. Установлено, что применение данной технологии, делает сертификацию ISO более прозрачной.

3. Разработан алгоритм интеграции ESG-критериев на базе Blockchain технологии. Доказано преимущество управления ESG-отчетностью на основе смарт-контрактов при автоматическом, гибком и надежном составлении документов в процессе генерации данных, что позволило заменить стандартный способ генерации ESG-отчетности на модернизированный подход.

4. Представлена схема взаимосвязи ESG-критериев УР с СМК в соответствии с экологическими, социальными и управленческими стандартами, что позволило установить взаимосвязь ESG-критериев с СМК. Разработан регламент действий при несоответствующих результатах процессов.

5. Доказана правомерность применения разработанной обобщенной процессно-ориентированной модели интегрированной системы управления, реализуемой на основании требований ESG-критериев и принципов СМК в целях повышения конкурентоспособности в условиях нестабильности и неопределенности. Выявлены проблемы лесоперерабатывающих предприятий путем применения статистических методов, в виде диаграммы Парето и Исикавы. При этом, разработанная обобщенная процессно-ориентированная модель ИСУ внедрена:

- в лесоперерабатывающее предприятие ООО «Горстрой», (г. Иркутск);
- в лесозаготовительное предприятие ООО «АНГАРА ПЛЮС» (г. Братск, Иркутская обл.);
- материалы диссертационной работы внедрены в учебный процесс при подготовке бакалавров и магистров по направлению «Управление качеством».

Подтверждено актами внедрения на предприятиях и актом внедрения в учебный процесс ИРНТУ.

Рекомендации и перспективы дальнейшей разработки исследования: дальнейшее развитие темы диссертационного исследования будет связано с разработкой схемы взаимодействия всех участников различных отраслей промышленности РФ при интеграции соответствующих элементов на базе цифровой технологии.

СПИСОК РАБОТ ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

Публикации в журналах из перечня ВАК РФ:

1. **Евлоева, М.В.** Роль устойчивого развития в планировании производственных мощностей высокотехнологичного предприятия / **М.В. Евлоева** // Качество и жизнь. - 2024. - № 3. - С. 79-87.

2. **Евлоева, М.В.** Определение алгоритма реализации процессов жизненного цикла продукции при достижении целей устойчивого развития в промышленном производстве / **М.В. Евлоева** // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. - 2024. - № 9. - С. 105-110.

3. Лонcich, П.А. Интеграция концепции устойчивого развития в систему менеджмента качества промышленных предприятий / П.А. Лонcich, **М.В. Евлоева**, Е.Ю. Головина, А.В. Федотова, Н.П. Лонcich // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. - 2024. - № 4. - С. 3-9.

4. Лонcich, П.А. Мотивация учета баланса интересов ESG-критериев устойчивого развития / П.А. Лонcich, **М.В. Евлоева**, Е.Ю. Головина // Автоматизация в промышленности. - 2024. - № 2. - С. 29-31.

5. Кибирев, Ю.В. Реализация требований достижения цели устойчивого развития в процессе повышения качества оборудования, предназначенного для производства асфальтобетонных смесей / Ю.В. Кибирев, П.А. Лонцих, **М.В. Евлоева**, Е.Ю. Головина, Н.П. Лонцих, И.В. Зырянов, В.И. Буньковский // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. - 2024. - № 9. - С. 171-175.

Публикации в изданиях, входящие в наукометрические базы данных SCOPUS и Web of Science:

6. Livshitz, I.I. Implementation of ESG Sustainable Development Concept Criteria Using the Robust Design Methods / I.I. Livshitz, P.A. Lontsikh, E.Y. Golovina, **M.V. Evloeva**, A.V. Koksharov // Proceedings of the 2022 International Conference «Quality Management, Transport and Information Security, Information Technologies», IT and QM and IS. - 2022. - С. 173-176.

7. Головина, Е. Ю. Экономические цели трансформации цифрового бизнеса / Е.Ю. Головина, **М.В. Евлоева** // Social and Behavioural Sciences. - 2020. - С. 281-290.

8. Golovina, E.Y. The economic goals of digital business transformation / E.Y. Golovina, **M.V. Evloeva**, Jan Yu, Liu Kylie // International conference «Trends and innovations in economic studies». TIES - 2020. - С. 281-290.

9. Timchuk, O.G. Key risks of digital business transformation / O.G. Timchuk, **M.V. Evloeva** // International conference «Trends and innovations in economic studies» TIES - 2020. - С. 635-640.

Публикации в других изданиях:

10. Головина, Е.Ю. Методы Business Process Management (BPM) как инструмент управления эффективностью интегрированных систем менеджмента / Е.Ю. Головина, **М.В. Евлоева** // Экономика и предпринимательство. - 2022. - № 12 (149). - С. 749-754.

11. Головина, Е.Ю. Цифровизация и цифровая трансформация теплоэнергетики как фактор повышения эффективности тепловой инфраструктуры / Е.Ю. Головина, Е.В. Самаркина, Н.Е. Буйнов, **М.В. Евлоева** // Теплоэнергетика. - 2022. - № 6. - С. 3-16.

12. Головина, Е.Ю. Повышение устойчивости лесопромышленной отрасли России в рамках развития внешнеторговой деятельности и в условиях становления цифровой экономики: монография / Е.Ю. Головина, **М.В. Евлоева** // Иркутск: Изд-во ИРНИТУ - 2022. - 164 с.

13. Тимчук, О.Г. Анализ динамики развития строительной отрасли в условиях цифровой экономики / О.Г. Тимчук, **М.В. Евлоева** // Экономический Альманах. - 2020. - С. 222-226.