УДК 65.011.56

ТЕХНОЛОГИЯ BLOCKCHAIN КАК ПЛАТФОРМА ИННОВАЦИОННЫХ РЕШЕНИЙ ДЛЯ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ ВЫСОКОТЕХНОЛОГИЧНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

© 2026 М.В. Евлоева

Иркутский национальный исследовательский технический университет, г. Иркутск, Россия

Статья поступила в редакцию 02.02.2026

Отечественные высокотехнологичные предприятия имеют стратегическое значение на пути достижения целей государства по импортозамещению, что подтверждается большим количеством нормативных документов, такими как Распоряжение Правительства от 23 г. № 1315-р «Об утверждении Концепции технологического развития» на период до 2030 г., Приказы Министерства промышленности и торговли от 23.05.2019г. №1768 и №824 от 19 и 24гг., и др. Также первостепенное значение имеет экологическая безопасность, в связи с увеличение уровня негативного воздействия на окружающую среду, что подтверждается вносимыми изменениями в международные стандарты, и дополнением их целями устойчивого развития (ЦУР 17). Однако из-за отсутствия единой платформы функционирования высокотехнологичных предприятий, сохраняется проблема непрозрачной отчетности, в том числе и по объемам выбросов химических веществ в атмосферу. В статье проведен анализ выбросов парниковых газов (ПГ), выявлены основные проблемы высокотехнологичных предприятий, изучены современные цифровые технологии и обоснована эффективность цифрового инструмента Blockchain как единой платформы. Также установлено, что взаимодействие системы менеджмента качества (СМК) и концепции устойчивого развития (УР) способствует созданию конкурентоспособных предприятий. На базе Blockchain технологии разработана авторская схема функционирования всех участников определенной отрасли промышленности на базе Blockchain технологии.

Ключевые слова: система менеджмента качества, устойчивое развитие, высокотехнологичные предприятия, Blockchain технология, ЦУР 17.

DOI: 10.37313/1990-5378-2026-28-2-53-60
EDN: DQPVXP

ВВЕДЕНИЕ

Высокотехнологичные предприятия необходимо рассматривать как движущую силу технологического развития страны. Большое количество нормативных документов, свидетельствуют о пристальном внимании правительственного аппарата к данным предприятиям и к их устойчивому развитию. Не смотря на курс «чистой индустрии», сектор высоких технологий, обладает значительным углеродным следом и воздействием на окружающую среду на всех этапах производственных процессов и жизненного цикла продукции (от добычи до утилизации). Непрозрачность отчетной документации этих предприятий, вызванная отсутствием стремления применять современные цифровые технологии, так как они подвергают риску конфиденциальную информацию, зачастую скрывает масштабы их негативного воздействия на окружающую среду (рис. 1), и приводит к значительным финансовым оттокам [5].

Представленные выше данные (на начало каждого из периодов) показывают, что объемы выбросов ПГ с каждым годом возрастают. Следовательно, необходимо внедрение и применение на высокотехнологичных предприятиях тех инструментов, которые предоставят тотальный контроль над всеми процессами, в том числе и в документообороте.

Непрозрачность отчетной документации данных предприятий проявляется в таких формах, как:

- неполнота данных;
- использование нечетких метрик;
- отсутствие независимой верификации;
- сложность цепочек поставок и др.

Следовательно, непрозрачность отчетной документации высокотехнологичных предприятий приводит к недооцениванию ряда критических экологических проблем, таких как:

- интенсивная добыча сырья (разрушение экосистем);
- высокое энергопотребление и углеродный след (производство, эксплуатация);
- проблема отходов (E-waste);
- несоответствие заявленной экологичности.

Евлоева Малика Вахаевна, кандидат технических наук, доцент кафедры автоматизации и управления института высоких технологий. E-mail: malika-vahaevna2013@yandex.ru

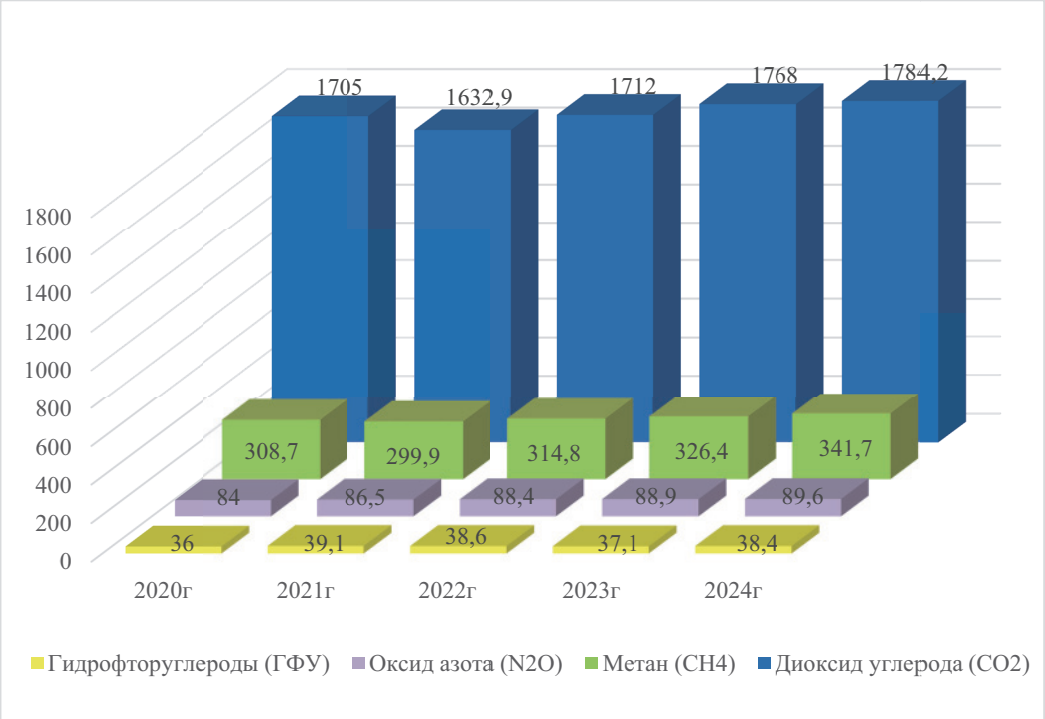

Рис. 1. Совокупные выбросы парниковых газов (миллионов тонн CO2-эквивалента в год) за 2020-2024 гг.

Производители высокотехнологичных компонентов являются одними из самых энергоемких в мире. Отсутствие прозрачной отчетности по энергоэффективности маскирует их вклад в изменение климата, что также приводит к значительным финансовым потерям и экономическим рискам, в том числе штрафы, санкции, отток инвестиций, увеличение операционных расходов, нарушения в цепочках поставок, потеря конкурентных преимуществ и др.

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Современные цифровые технологии играют важную роль в развитии отраслей промышленности, и они достаточно разнообразны. Однако проведенный анализ показал, что не все современные цифровые технологии предоставляют возможность тотального контроля над процессами производства, (табл. 1) [6].

Как видно из анализа, данные технологии в той или иной мере подвергают опасности конфиденциальную информацию, более того, обходятся предприятиям очень дорого, занимают много времени и не предоставляют ту прозрачность, которая необходима для отчетности. Следовательно, нужен цифровой инструмент, который способен не только предоставить прозрачность для достоверности отчетной документации, но и защищать конфиденциальную информацию повышая общую безопасность бизнес-инфраструктуры, храня ее на безопасной платформе, каковым является Blockchain технология.

Вариации в реализации Blockchain технологии связаны с управлением целой сетью и их возможностями, которые разделяют технологию на две категории: публичные и частные. Публичный - это тот, в котором любой желающий считывает все происходящие транзакции и участвует в сети помогая вести учет, где и информация, и обслуживание сети ограничены выбранной группой известных участников.

Частная категория данной технологии, применяется на крупных предприятиях, где требуются неизменяемые данные. Blockchain имеет несколько поколений, рис. 2.

Как видно из рисунка, в то время как Blockchain 1.0 только регистрирует транзакции, Blockchain 2.0 расширяет ее, позволяя записывать компьютерный код. Это означает, что Blockchain может хранить смарт-контракты, которые выполняются автоматически при соблюдении их условий и оставляют прозрачные информационные потоки. Смарт-контракты успешно реализуются на платформе Ethereum (платформе распределенных вычислений), использующей смарт-контракты для децентрализованного приложения (DApps). С технологической точки зрения, она представляет базовый метод контроля и управления смарт-контрактами. Следовательно, внедрение Blockchain технологии, способствует решению тех проблем, где необходимы комплексные меры:

Таблица 1 – Анализ современных цифровых технологий

Наименование	Характеристика
Искусственный интеллект	Анализирует большие объемы данных о влиянии производственных процессов на окружающую среду, социальную сферу и управление. Также автоматизирует задачи, связанные с отслеживанием энергопотребления, управлением отходами и проверкой соответствия стандартам. Однако у данной технологии были выявлены недостатки: - угроза для рабочих мест; - зависит от качества и объема доступных данных; - существует риск кибератак; - потребует мощных вычислительных систем
Интернет вещей	IoT-устройства исследованы для сбора данных о качестве воздуха, воды и почвы, что позволило лучше понять контроль и влияние бизнеса на окружающую среду. Также технология используется для управления энергопотреблением, оптимизации использования воды и уменьшения отходов и для отслеживания и управления активами, что позволяет уменьшить риск потери и увеличить эффективность использования ресурсов. Ниже приведены выявленные недостатки: - слабая защищенность данных, вероятность кибератак и попытки взлома системы повышается; - установлена несовместимость программного обеспечения (не удается объединить устройства в единую группу из-за различий во внутренних настройках)
Облачные вычисления	Облачные платформы предоставляют возможности для хранения и обработки больших объемов данных. Они обеспечивают доступ к информации из любого места с любого устройства, что упрощает сотрудничество и обмен данными. Недостатки платформы: - постоянная потребность в сетевом соединении; - недоступность некоторых приложений (малая функциональность); - зависимость от облачного провайдера; - отсутствие надежных центров обработки данных
Цифровая идентификация	Технология помогает выявлять риски и управлять ими. К основным недостаткам относятся: - кража личных данных

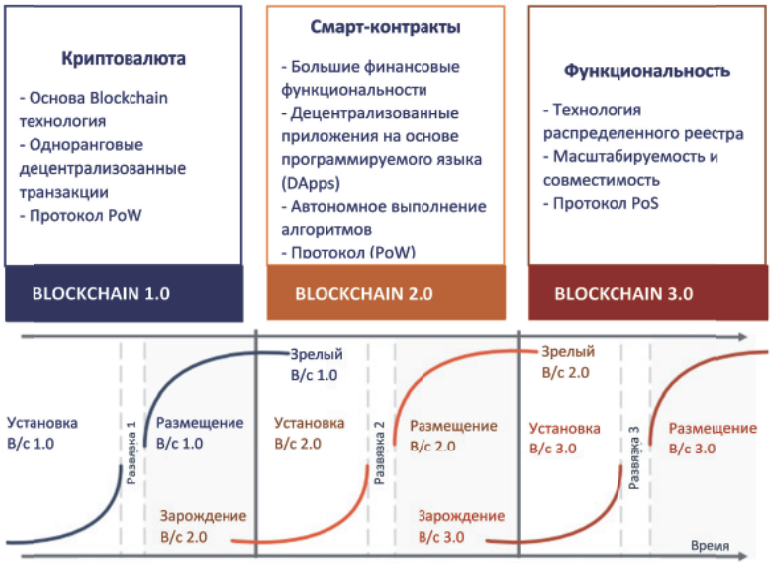

Рис. 2. Blockchain технология и ее повторяющиеся фазы в инновационном цикле

- стандартизация и прозрачность отчетности;
- независимый аудит и верификация;
- отслеживание цепочек поставок;
- стимулирование «циркулярной экономики»;
- повышение осведомленности инвесторов и потребителей;
- технологические решения для мониторинга;
- тотальный контроль для отслеживания негативного воздействия предприятий на окружающую среду в режиме реального времени.

Как сказано выше, одним из условий комплексного подхода, является стандартизация. Внедрение и строгое соблюдение международных стандартов экологической отчетности и стандартов системы менеджмента качества, обеспечит крупным предприятиям переход к структурированной отчетности. Влияние СМК и концепции УР на высокотехнологичные предприятия глубоко взаимосвязано и приводит к трансформационным изменениям во всех сферах деятельности и на всех этапах производства, (табл. 2) [8].

Таблица 2 – Влияние СМК и концепции УР на высокотехнологичные предприятия

СМК	**УР**
Повышение конкурентоспособности	
Обеспечивает высокое качество продукции и услуг	Демонстрирует ответственность перед обществом
Снижение рисков	
Минимизирует риски брака	Снижает экологические риски
Улучшение репутации	
Повышает доверие клиентов и партнеров	Укрепляет имидж компании
Доступ к новым рынкам	
Открывает пути для расширения бизнеса на новые рынки	Создает возможности для выхода на «зеленые» рынки
Стимулирование инноваций	
Поощряет поиск новых и улучшенных решений для повышения качества	Побуждает к разработке и внедрению инноваций
Привлечение инвестиций	
Увеличивает привлекательность для инвесторов	Привлекает инвесторов, ориентированных на социально ответственные проекты

Как видно из таблицы, взаимодействие СМК и УР может способствовать созданию конкурентоспособных, ответственных и устойчивых предприятий, способных приносить пользу обществу и окружающей среде.

В рамках автоматизации процессов и оптимизации процедур, Blockchain выступает в качестве координатора, повышая при этом эффективность. Посредством функционирования смарт-контрактов безопасные транзакции выполняются автоматически в Blockchain. Те процедуры на предприятиях, которые включают в себя колоссальное количество операций, куда входит, большое число заинтересованных сторон, в сегодняшних реалиях требуют сокращения ненужных усилий, и это возможно посредством использования смарт-контрактов, так как они ускоряют автоматическое соблюдение правил и норм. Следовательно, благодаря тотальному контролю это приводит к автоматизации и снижению уровня коррупции, что соответствует ЦУР 17.

Исходя из понимания, что лесопромышленный комплекс, как и другие производственные мощности и что лесоматериалы, как и другая продукция промышленности, оказывают негативное воздействие на окружающую среду на различных этапах производства, проведен анализ процессов данной отрасли. Ниже представлена блок-схема производства древесины и образования отходов в этом секторе, рис. 3.

Как видно из схемы, основным источником негативного воздействия на окружающую среду является энергопотребление в процессе производства и отходы, которые наносят ущерб окружающей среде. Данные также подтверждает проведенный автором анализ древесных отходов российских производственных мощностей лесопромышленной отрасли за последние пять лет (рис. 4).

Представленные выше данные (на начало каждого из периодов) подтверждают, что несмотря на все усилия снизить объемы древесных отходов, с каждым годом показатели только возрастают.

Исходя из выше представленной информации о технологии Blockchain следует, что управление транзакциями при помощи соглашения об обновлениях записей характеризует децентрализован-

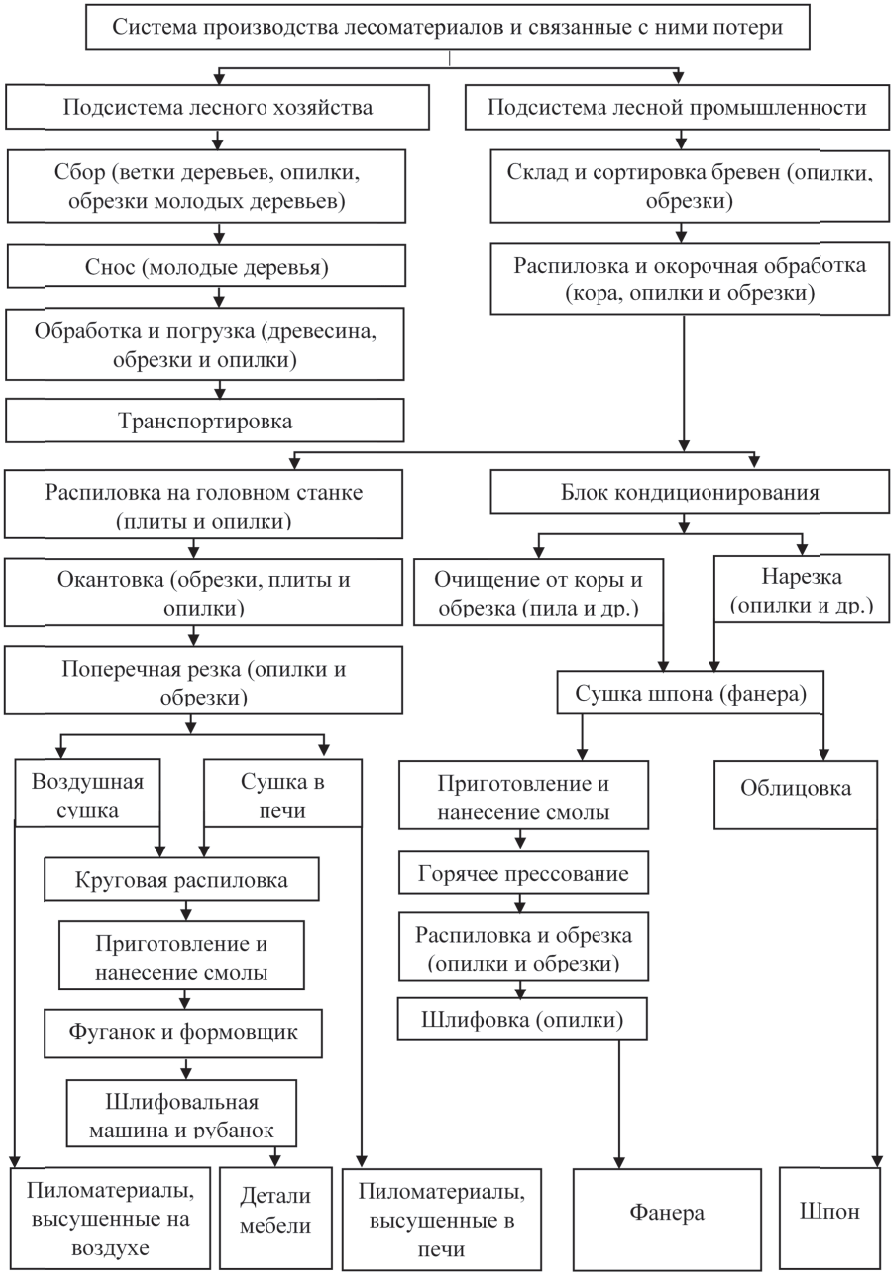

Рис. 3. Блок-схема этапов производства и образования отходов в лесной промышленности

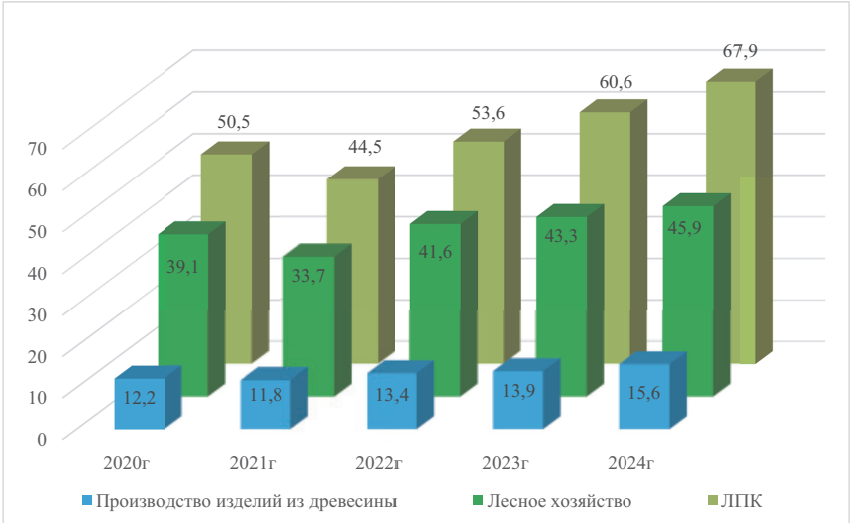

Рис. 4. Динамика объема древесных отходов за 2020-2024 гг. (тысяч тонн)

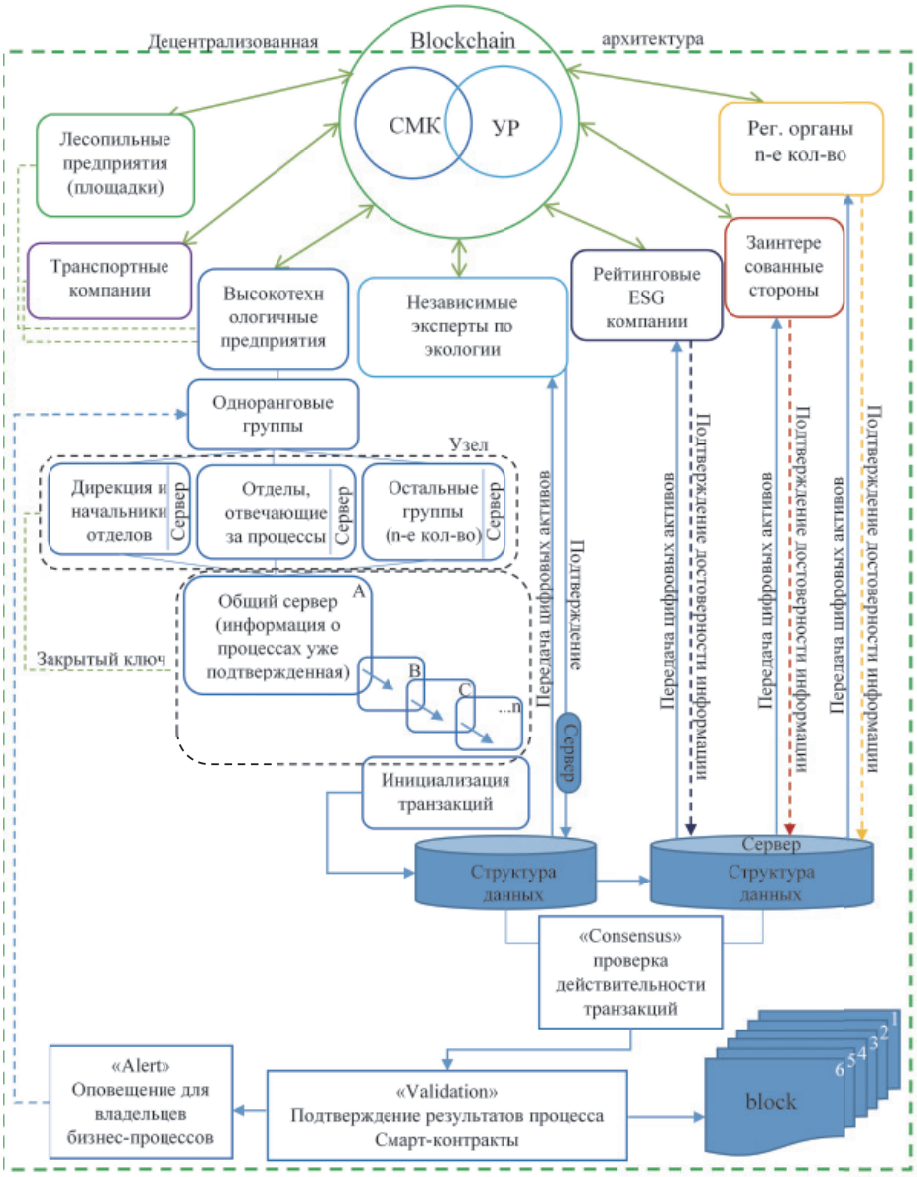

Рис. 5. Авторская модель информационного взаимодействия участников лесной промышленности на базе Blockchain технологии

ное кодирование данной технологии без дополнительных переговоров. Более того, данное управление имеет метку времени с уникальной подписью учетных данных. Несмотря на все преимущества рассматриваемой технологии, необходимо понимать, что ее нужно внедрять с целью объединения всех участников той или иной отрасли. Следовательно, данная технология выступает и как единая платформа функционирования всех участников различных отраслей промышленности.

Учитывая, во-первых, что уровень выбросов парниковых газов с каждым годом увеличивается (рис. 1), нанося ущерб окружающей среде и обществу, во-вторых, объемы отходов в результате производства различной продукции повышаются (рис. 4), в-третьих, что для решения большого количества проблем в отраслях промышленности необходимы комплексные меры, в-четвертых, что для высокотехнологичных предприятий не выгодно внедрять большое количество цифровых инструментов, позволяющие решить проблемы только частично (табл. 1) и понимая большой функционал представленной выше технологии (рис. 2) разработана авторская схема взаимодействия всех участников: от предприятий и рейтинговых компаний до регулирующих органов на базе Blockchain технологии, рис. 5. Схема разработана на примере лесопромышленной отрасли, которую можно адаптировать и под другие отрасли промышленностей.

Выполнение рабочих процессов в рамках предложенной архитектуры позволяет автоматизировать процессы регулирования путем представления отчетов и мониторинга требуемых данных, а также проверки соответствия требованиям этих данных и процессов утверждения в режиме реального времени.

ВЫВОДЫ

В эпоху, когда высокотехнологичные предприятия являются локомотивами инноваций и экономического роста, встает вопрос их социальной и экологической ответственности. Непрозрачность отчетной документации этих предприятий является серьезной проблемой, которая приводит к значительному экологическому ущербу и потенциальной катастрофе. Это не только подрывает усилия по устойчивому развитию, но и подвергает высокотехнологичные предприятия к существенным финансовым рискам.

Переход к полной прозрачной отчетности — это не только требование регулирующих органов, но и фундаментальная основа для построения устойчивой экономики страны.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Федеральный Закон об ограничении выбросов парниковых газов «Об ограничении выбросов парниковых газов» от 02.07.2021 №296-ФЗ
2. Распоряжение Правительства от 23 г. № 1315-р «Об утверждении Концепции технологического развития» на период до 2030 г.
3. ISO 9001:2015 Системы менеджмента качества. – М.: Стандартинформ, 2015. – 24 с.
4. ISO 14001:2015 Системы экологического менеджмента.
5. *Евлоева, М.В.* Роль устойчивого развития в планировании производственных мощностей высокотехнологичного предприятия / М.В. Евлоева // Качество и жизнь. – 2024. – № 3. – С. 79-87.
6. *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. ISO 9001:2015 Системы менеджмента качества.С. 105-110.
7. *Евлоева, М.В.* Диаграмма Парето как инструмент управления качеством для системы устойчивого развития / М.В. Евлоева, П.А. Лонцих, А.В. Федотова, Е.Ю. Головина, Н.П. Лонцих // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2024. – Т. 26. – № 4(120). – С. 118-123.
8. *Лонцих, П.А.* Результативность деятельности промышленных предприятий при применении ESG-критериев и сетецентрической модели / П.А. Лонцих, М.В. Евлоева, А.В. Федотова, А.Е. Пашков, И.В. Зырянов, Н.П. Лонцих // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2025. – Т. 27. – № 1(123). – С. 49-55.
9. *Лонцих, П.А.* Подходы и методы сетецентрического управления в концепции устойчивого развития ESG-критериев в колумбии / П.А. Лонцих, П.Х.М. Пачеко, А.Е. Пашков, И.В. Зырянов, А.В. Федотова, М.В. Евлоева, Е.Ю. Головина // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2025. – Т. 27. – № 1(123). – С. 56-62.

BLOCKCHAIN TECHNOLOGY AS A PLATFORM FOR INNOVATIVE SOLUTIONS FOR THE SUSTAINABLE DEVELOPMENT OF HIGH-TECH ENTERPRISES

© 2026 M.V. Evloeva

Irkutsk National Research Technical University, Irkutsk, Russia

Domestic high-tech enterprises are of strategic importance in achieving the state's import substitution goals, which is confirmed by a large number of regulatory documents, N. 1315-r of 23 «On Approval of the Concept of Technological Development» for the period up to 2030, Orders of the Ministry of Industry and Trade of 23.05.2019 N. 1768 and No. 824 of 19 and 24, etc. Environmental safety is also of paramount importance, due to an increase in the level of negative impact on the environment, which is confirmed by changes to international standards and their addition to the Sustainable Development Goals (SDG 17). However, due to the lack of a single platform for the operation of high-tech enterprises, the problem of non-transparency of reports remains, including on the volume of chemical emissions into the atmosphere. The article analyzes greenhouse gas emissions, identifies the main problems of high-tech enterprises, examines modern digital technologies, and substantiates the effectiveness of the digital Blockchain tool. It has also been established that the interaction of the quality management system and the concept of sustainable development contributes to the creation of competitive enterprises. On the basis of Blockchain technology, an author›s scheme for the functioning of all processes of high-tech enterprises in a particular industry has been developed.

Keywords: quality management system, sustainable development, high-tech enterprises, Blockchain technology, SDG 17.

DOI: 10.37313/1990-5378-2026-28-2-53-60
EDN: DQPVXP

REFERENCES

1. Federal'nyj Zakon ob ogranichenii vybrosov parnikovyh gazov «Ob ogranichenii vybrosov parnikovyh gazov» ot 02.07.2021 №296-FZ
2. Rasporyazhenie Pravitel›stva ot 23 g. № 1315-r «Ob utverzhdenii Koncepcii tekhnologicheskogo razvitiya» na period do 2030 g.
3. ISO 9001:2015 Sistemy menedzhmenta kachestva. – M.: Standartinform, 2015. – 24 s.
4. ISO 14001:2015 Sistemy ekologicheskogo menedzhmenta.
5. *Evloeva, M.V.* Rol' ustojchivogo razvitiya v planirovanii proizvodstvennyh moshchnostej vysokotekhnologichnogo predpriyatiya / M.V. Evloeva // Kachestvo i zhizn'. – 2024. – № 3. – S. 79-87.
6. *Evloeva, M.V.* Opredelenie algoritma realizacii processov zhiznennogo cikla produkcii pri dostizhenii celej ustojchivogo razvitiya v promyshlennom proizvodstve / M.V. Evloeva // Izvestiya Tul'skogo gosudarstvennogo universiteta. Tekhnicheskie nauki. – 2024. – № 9. ISO 9001:2015 Sistemy menedzhmenta kachestva.S. 105-110.
7. *Evloeva, M.V.* Diagramma Pareto kak instrument upravleniya kachestvom dlya sistemy ustojchivogo razvitiya / M.V. Evloeva, P.A. Loncih, A.V. Fedotova, E.Yu. Golovina, N.P. Loncih // Izvestiya Samarskogo nauchnogo centra Rossijskoj akademii nauk. – 2024. – T. 26. – № 4(120). – S. 118-123.
8. *Loncih, P.A.* Rezul'tativnost' deyatel'nosti promyshlennyh predpriyatij pri primenenii ESG-kriteriev i setecentricheskoj modeli / P.A. Loncih, M.V. Evloeva, A.V. Fedotova, A.E. Pashkov, I.V. Zyryanov, N.P. Loncih // Izvestiya Samarskogo nauchnogo centra Rossijskoj akademii nauk. – 2025. – T. 27. – № 1(123). – S. 49-55.
9. *Loncih, P.A.* Podhody i metody setecentricheskogo upravleniya v koncepcii ustojchivogo razvitiya ESG-kriteriev v kolumbii / P.A. Loncih, P.H.M. Pacheko, A.E. Pashkov, I.V. Zyryanov, A.V. Fedotova, M.V. Evloeva, E.Yu. Golovina // Izvestiya Samarskogo nauchnogo centra Rossijskoj akademii nauk. – 2025. – T. 27. – № 1(123). – S. 56-62.

Malika Evloeva, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Automation and Management, Institute of High Technologies. E-mail: malika-vahaevna2013@yandex.ru