

DOI 10.52260/2304-7216.2025.4(61).25

УДК 338.43

ГРНТИ 06.71.11

П.Д. Бейсекова*, PhD, ассоц. профессор¹Л.Т. Печеная, д.э.н., профессор²Е.В. Калиева, к.э.н., ассоц. профессор³Н.С. Нурпеисова, PhD, ассоц. профессор³

Astana International University,

г. Астана, Казахстан¹

ФГБНУ «Федеральный научный центр

аграрной экономики и социального развития

сельских территорий - ВНИИЭСХ»,

г. Москва, Российская Федерация²

Алматинский Технологический Университет,

г. Алматы, Казахстан³

* – основной автор (автор для корреспонденции)

e-mail: beisekova_76@mail.ru

ВНЕДРЕНИЕ БЛОКЧЕЙН-ТЕХНОЛОГИЙ В СИСТЕМУ ЦЕПОЧЕК ПОСТАВОК ЗЕРНА

В научной работе рассматривается задача определения влияния внедрения технологии блокчейн на систему отслеживания цепочек поставок зерна. Выявлены основные проблемы в системе цепочек поставок зерна и предложены задачи по их решению. Определены характеристики ключевых технологий при внедрении блокчейна в систему цепочек поставок зерна, таких как смарт-контракты, интернет вещей (IoT), межпланетная файловая система (IPFS), бесконтактные метки (RFID). С помощью SWOT-анализа было определено влияние факторов на внедрение блокчейн-технологий в систему отслеживания цепочки поставок зерна. К сильным сторонам можно отнести прозрачность, повышенное доверие, автоматизацию процессов и защиту от фальсификации. К слабым сторонам можно отнести высокие затраты на внедрение, сложность масштабирования и необходимость обучения персонала. Возможности, которые открываются благодаря использованию блокчейна, включают в себя привлечение новых партнеров, повышение конкурентоспособности, освоение новых рынков. К угрозам относятся юридические сложности, технические сбои, высокие затраты на энергоносители и сопротивление со стороны участников рынка. Определены перспективы развития, в частности, интегрированных агрохолдингов для совместного внедрения блокчейн-технологий в систему отслеживания цепочек поставок зерна, что стало бы стратегически выгодным решением для всех участников цепи поставок

Ключевые слова: блокчейн-технологии, поставки, зерновая отрасль, автоматизация, экономический эффект, затраты, логистика, агрохолдинг.

Кілт сөздер: блокчейн технологиясы, жеткізілім, астық саласы, автоматтандыру, экономикалық тиімділік, шығындар, логистика, агрохолдинг.

Keywords: blockchain technologies, supplies, grain industry, automation, economic effect, costs, logistics, agroholding.

Введение. Зерновой комплекс занимает стратегическое место в структуре продовольственного обеспечения и внешнеэкономической деятельности многих государств. Однако его развитие всё чаще сталкивается с проблемами, связанными с недостаточной прозрачностью и фрагментарностью данных на разных этапах движения продукции. Сбор, обработка и передача информации о происхождении, качестве и условиях транспортировки зерна нередко осуществляются разрозненными участниками рынка, что приводит к появлению неточностей, снижению доверия между контрагентами и усложняет контроль соответствия нормативным требованиям.

Актуальность исследования обусловлена тем, что в условиях ужесточения международных стандартов качества, расширения экспортных рынков и повышения рисков информационных и логистических сбоев традиционные методы управления цепочками поставок уже не обеспечивают должного уровня эффективности и прозрачности. Несмотря на растущий интерес к блокчейну, практические механизмы его применения именно в сфере зерновой логистики изучены фрагментарно, что создаёт потребность в системном научном анализе.

Цель исследования состоит в том, чтобы определить потенциал внедрения блокчейн-технологий в цепочки поставок зерна, установить преимущества и возможные барьеры их

использования, а также сформировать обоснованные рекомендации по интеграции распределённых реестров в существующую инфраструктуру агрологистики.

Методы и материалы исследования. Объектом исследования является технология блокчейн в системе отслеживания цепочек поставок зерна.

Гипотеза исследования предполагает, что внедрение технологии блокчейн в систему отслеживания цепочек поставок зерна повлияет на повышение эффективности агросектора. Внедрение метода технологии в производство поможет повысить эффективность агрохолдингов и оптимизировать их бизнес-процессы. Эта инновационная технология обеспечивает прозрачность, автоматизацию и снижение затрат в цепочках поставок, создавая конкурентное преимущество для агробизнеса.

Для проведения исследования был использован комплекс общенаучных методов познания. Методы теоретического анализа, сравнения, обобщения и синтеза были использованы для изучения теоретических положений и текущего состояния блокчейна и его применения в системе отслеживания цепочек поставок зерна, обоснования целесообразности использования данной технологии в деятельности агрохолдингов. Для определения экономического эффекта от внедрения технологии блокчейн в систему цепочек поставок зерна были применены эмпирические методы.

В работе определены задачи исследования:

- определить проблемы и задачи агрохолдингов в системе отслеживания цепочки поставок зерна;
- обосновать характеристики технологии блокчейн в системе отслеживания цепочки поставок зерна.

Обзор литературы. Зерно является важным источником минералов, пищевых волокон и других питательных веществ, необходимых человеческому организму [1]. Одним из приоритетных направлений развития в Республике Казахстан является увеличение экспорта зерна со странами ближнего зарубежья и Центральной Азией. Около 80% посевной площади сельскохозяйственных культур занимают зерновые. В трех зерносеющих регионах Казахстана (Акмолинская, Костанайская, Северо-Казахстанская области) производится практически 70-80% всего продовольственного зерна республики. Доля зерна в структуре отечественного экспорта составляет 2-3%, это не должно вводить в заблуждение о его малозначимости. Наиболее перспективными и быстрорастущими рынками зерна из близлежащих государств являются Китай и Узбекистан, потребности в импорте зерна в направлении которых быстро увеличиваются. Также перспективны рынки Афганистана, Туркмении, Таджикистана и Узбекистана. [2]. Цепочка поставок зерна в страны Центральной Азии представляет собой довольно сложный процесс, охватывающий множество этапов, таких как сбор, хранение и первичная переработка; логистика, транспортировка, таможенный контроль [3]. В системе цепочки поставок зерна существует ряд проблем, связанных с прозрачностью и отслеживаемостью поставок зерна, управлением запасами, потерями из-за порчи продукции, рисками мошенничества, конфиденциальностью и безопасностью данных, а также высокой зависимостью от человеческого фактора. Эти задачи могут быть решены с помощью автоматизации и оцифровки логистических процессов. Индустрия 4.0 характеризуется интенсивной цифровизацией, интеграцией логистических процессов и использованием «умных» объектов, таких как продукты и машины. Его разработка подчеркивает необходимость преобразования производственных систем в направлении «умного» управления [4] и создания «умных» цепочек поставок. Это обеспечивает комплексное и систематическое внедрение цифровых технологий во всю экосистему цепочки поставок [5]. Однако, наряду с преимуществами, есть и недостатки, а именно конфиденциальность и безопасность данных участников цепочки поставок зерна. Для решения задач целесообразно внедрить технологию блокчейн в систему цепочек производства зерна как одну из новейших прорывных технологий. В исследовании [6] была решена задача, связанная с возможностью внедрения блокчейн-технологии в управление цепочками поставок. Целесообразность внедрения технологии блокчейн в систему цепочек поставок подтверждается исследованиями, направленными на изучение пригодности технологии блокчейн для решения проблем отслеживания, доверия и подотчетности в пищевой промышленности.

Основная часть. *Проблемы и задачи агрохолдингов в системе отслеживания цепочки поставок зерна.* Одним из основных приоритетов экономики страны является развитие зернового сектора, от которого зависит качество и уровень жизни их населения. Система отслеживания цепочек поставок позволяет обеспечить контроль за происхождением, перемещением и качеством

продукции на всех этапах — от поля до экспортного терминала. В условиях глобализации и усиления стандартов безопасности пищевых продуктов, такие системы становятся необходимостью, особенно при экспорте зерна в страны Центральной Азии и ближнего зарубежья с высокими требованиями к качеству. Основные проблемы агрохолдингов в системе отслеживания цепочки поставок зерна:

- фрагментированность цифровых решений - многие агрохолдинги используют разрозненные программные решения на отдельных участках цепочки: в производстве, на элеваторах, в логистике;
- отсутствие единой цифровой платформы на национальном уровне - в Казахстане отсутствует централизованная система, которая бы объединяла всех участников зерновой цепочки — фермеров, логистические компании, элеваторы, переработчиков и экспортеров;
- недостаточная автоматизация на элеваторах и склада - во многих регионах технологическая база элеваторов устарела.

В системе отслеживания цепочек поставок зерна агрохолдингов систематизированы задачи. (Таблица 1.)

Таблица –1

Ключевые задачи агрохолдингов в системе отслеживания цепочек поставок зерна.

Задачи		Характеристика
Мониторинг поставок зерна	Управление запасами	Отслеживание поставок зерна позволяет контролировать уровень запасов и избегать дефицита продовольствия, особенно в регионах
	Прогнозирование потребностей	Мониторинг поставок помогает агрохолдингам прогнозировать будущие потребности в зерне, планировать гуманитарную помощь и избегать кризисных ситуаций
Обеспечение безопасности на транспорте	Маршрутизация и планирование	Отслеживание позволяет определять безопасные маршруты транспортировки зерна, избегая опасных зон, где ведутся активные боевые действия или заминированы территории
	Предупреждение о рисках	Своевременная информация о состоянии дорог, мостов и инфраструктуры позволяет оперативно принимать решения об изменении маршрута или задержке доставки до улучшения ситуации с безопасностью
Эффективное управление логистикой	Оптимизация затрат	Отслеживание поставок позволяет оптимизировать логистические процессы, снижая затраты на транспортировку и хранение зерна
	Мониторинг потребления ресурсов	Системы отслеживания помогают контролировать расход топлива, использование транспортных средств и человеческих ресурсов, что важно в условиях ограниченных ресурсов
Исполнение контрактов	Соблюдение условий поставок	Отслеживание поставок помогает обеспечить выполнение контрактов на поставку зерна, что важно для поддержания репутации поставщиков и избежания санкций или штрафов
	Таможенный контроль и соблюдение требований	Системы отслеживания помогают обеспечить соблюдение таможенных и нормативных требований при пересечении товарами границ и прохождении контрольно-пропускных пунктов
Поддержка устойчивого развития зернового сектора	Анализ и планирование	Данные о поставках помогают агрохолдингам анализировать текущие тенденции, выявлять проблемы и адаптироваться к новым условиям
	Сокращение потерь и расточительства	Отслеживание поставок зерна позволяет минимизировать потери зерна при транспортировке, что критически важно в условиях ограниченного доступа к продовольственным ресурсам

**составлена на основе источника [7]*

В таблице 1 представлены ключевые задачи агрохолдингов в системе отслеживания цепочек поставок зерна. Среди ключевых задач выделяются: мониторинг поставок зерна; обеспечение транспортной безопасности; эффективное управление логистикой; исполнение контрактов; поддержка стабильности зернового сектора и их характеристики.

Обоснование характеристики технологии блокчейн в системе отслеживания цепочки поставок зерна.

Решения, основанные на блокчейн-технологиях, автоматизируют подготовку многочисленных документов, необходимых для логистических операций. Это связано с несколькими ключевыми возможностями блокчейн-технологий, а именно автоматизацией процессов с помощью смарт-контрактов, цифровыми документами в результате транзакций, обеспечением подлинности документов. Платформы, построенные на технологиях блокчейна, предоставляют бесплатный доступ к необходимым данным на основе прав доступа, которые зависят от роли участников процесса, их географического положения и других факторов. При внедрении блокчейн-технологий каждая транзакция предполагает идентификацию и контроль. Предлагаемый алгоритм проведения транзакций в системе цепочек поставок зерна на основе технологии блокчейн проиллюстрирован на рисунке 1.



Рисунок – 1. Алгоритм проведения транзакций в системе цепочек поставок зерна на основе технологии блокчейн

**составлен на основе источника [8]*

Рисунок 1 показывает как на первом этапе иницируется транзакция (запуск процесса). Создается заказ, при котором поставщик иницирует транзакцию, создавая запись о поставке зерна в блокчейн-системе, где указаны все детали: количество зерна, тип, место происхождения, дата получения, условия поставки и т.д. Также на этом этапе определяется покупатель или следующий участник цепочки, которому будет передано зерно. На втором этапе автоматически генерируется запись в блокчейне, информация о транзакции и записывается в блокчейн, каждый блок содержит информацию о предыдущем и следующем этапе. На третьем этапе транзакция проходит верификацию, где технология блокчейн автоматически проверяет данные, проверяя, присутствуют ли необходимые условия для выполнения транзакции. На четвертом этапе данные подтверждаются с помощью смарт-контрактов, после чего транзакция создается и записывается в блокчейн, активируется смарт-контракт, который автоматически проверяет, соблюдены ли все условия соглашения. Смарт-контракты полностью автоматизируют процесс документооборота, обмена информацией, передачи данных и их обработки, делая его более эффективным, прозрачным и безопасным. На пятом этапе происходит мониторинг и отслеживание на каждом этапе записей всех этапов цепочки поставок, в частности, на каждом этапе цепочки поставок (хранение, транспортировка, обработка) информация автоматически записывается в блокчейн. На шестом этапе транзакция завершается и выплачивается, и после того, как зерно поступает к конечному получателю, смарт-контракт автоматически проверяет, выполнены ли все условия соглашения. Если все условия соблюдены, система автоматически производит платеж поставщику или фермеру, подтверждая транзакцию в блокчейне. На седьмом этапе транзакция закрывается и архивируется, после выполнения всех условий транзакция регистрируется в блокчейне как завершенная, и все данные о поставках становятся доступными для анализа и проверки в будущем. Все этапы сделки

хранятся в публичном реестре, что позволяет проводить аудит цепочки поставок, проверку данных о каждой партии зерна и обеспечивает прозрачность для органов контроля или сертификации. Преимуществами предлагаемого алгоритма проведения транзакций в системе цепочек поставок зерна на основе технологии блокчейн являются: прозрачность и контроль (доступ к информации для всех участников процесса); автоматизация (автоматическое выполнение смарт-контрактов, что сокращает время и риски ошибок); защита от мошенничества (невозможность изменения данных, что обеспечивает высокую степень защиты от подделки и фальсификации); скорость и эффективность (сокращение потребности в посредниках и оптимизация всех этапов поставок позволяет сократить время и затраты на выполнение транзакций).

Такой алгоритм значительно повысит эффективность, безопасность и прозрачность процессов цепочки поставок зерна, обеспечивая лучший контроль на каждом этапе отслеживания. Технология RFID - это технология автоматической идентификации объектов с помощью радиочастотных меток и считывателей [9]. Это позволяет осуществлять бесконтактный обмен данными между метками и считывателями с помощью радиоволн. Концептуализация отслеживания цепочек поставок зерна на основе блокчейн-технологий предполагает сбор, обработку, хранение и управление данными, которые предлагается осуществлять с помощью технологии Интернета вещей (IoT). Такая концепция обеспечит описание сети всех участников процесса путем обмена данными через Интернет. Система сбора, хранения, обработки и управления данными в системе отслеживания цепочки поставок зерна на основе Интернета вещей показана на рисунке 2.

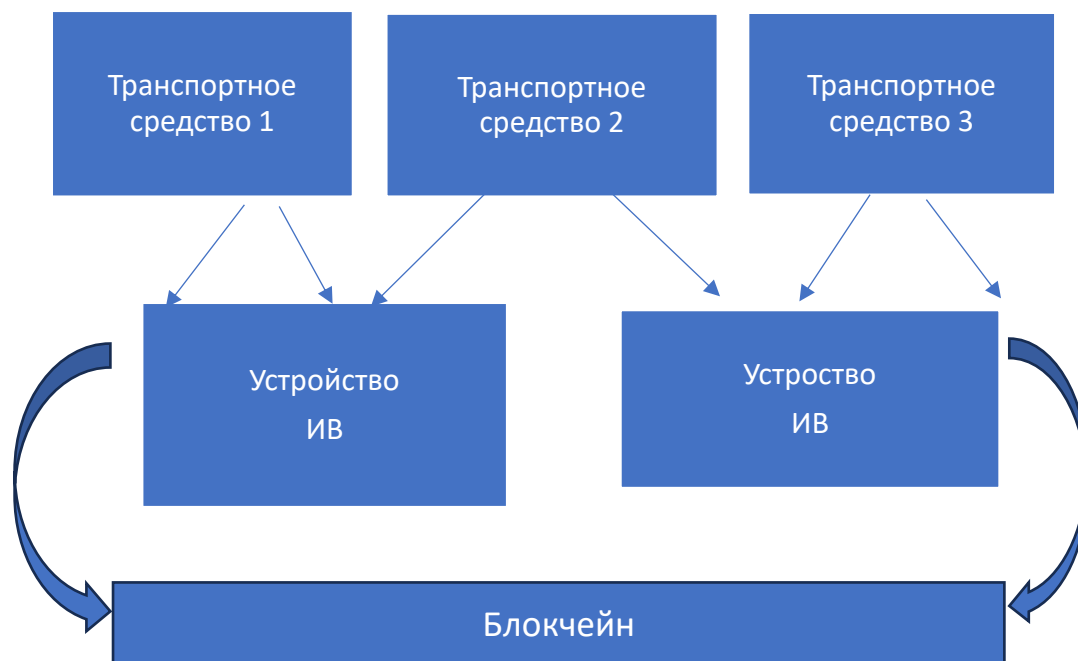


Рисунок – 2. **Схема сбора, хранения, обработки данных в системе отслеживания цепочек поставок зерна на основе Интернета вещей**

**составлен на основе источника [9]*

На рисунке 2 показана система отслеживания цепочки поставок зерна на основе Интернета вещей. Данные о местоположении, температуре, влажности, качестве зерна на блокчейн-платформе доступны участникам цепочки поставок зерна. Это позволяет быстро реагировать на проблемы, оперативно отслеживать отклонения, возникшие при транспортировке [10]. Блокчейн обладает характеристиками распределенного реестра; когда он применяется для отслеживания цепочек поставок зерна, возникает проблема высокой нагрузки на хранилище данных. Для оптимизации хранения данных рекомендуются хранилища, включающие многоцепочечную архитектуру и объединенные с Межпланетной файловой системой (IPFS) [11].

Система Интернета вещей может собирать информацию с различных устройств, установленных на транспортном средстве, контейнере или грузе. Межпланетная файловая система (IPFS) - это распределенная файловая система, предназначенная для хранения файлов в Интернете

и обмена ими. IPFS использует технологии блокчейна и принципы одноранговых сетей для создания распределенной и надежной файловой системы, где данные не хранятся на одном сервере, а распределяются между пользователями.

Особенности работы IPFS:

- адресация по содержимому, система использует хэши файлов для их идентификации, означает, что доступ к файлам осуществляется не по адресу, а по уникальному идентификатору, сформированному на основе содержимого файла;

- система представляет собой распределенную сеть, работающую по технологии peer-to-peer, где каждый пользователь может быть как клиентом, так и сервером;

- постоянный доступ к данным, система позволяет обеспечить надежный доступ к данным даже в случае отключения определенных серверов или сетей;

- управление версиями, система позволяет сохранять не только текущие версии файлов, но и их предыдущие версии, что обеспечивает возможность восстановления данных и легкий доступ к истории изменений. Внедрение технологии блокчейн предполагает выбор подходящей платформы.

Указанные технологические решения в зерновой отрасли находятся на стадии обучения использованию сенсорных сетей на исследовательском уровне.

Для принятия решения о внедрении технологии блокчейн в систему отслеживания цепочек поставок зерна целесообразно использовать стратегический инструмент SWOT-анализа.

В таблице 2 представлены сильные и слабые стороны внедрения блокчейн-технологий в систему отслеживания цепочки поставок зерна.

Таблица – 2

Сильные и слабые стороны внедрения блокчейн-технологий в систему отслеживания цепочек поставок зерна

Сильные стороны	Характеристика	Слабые стороны	Характеристика
Прозрачность и доступность данных	Блокчейн обеспечивает полную прозрачность всех этапов поставок зерна, что обеспечивает большее доверие между участниками цепочки.	Высокие первоначальные затраты на внедрение	Затраты на разработку и внедрение блокчейн-инфраструктуры могут быть значительными, особенно на ранних стадиях.
Обеспечение качества и подлинности продукции	Благодаря фиксации всех этапов поставок в блокчейне, можно гарантировать качество зерна, достоверность данных. Защита от фальсификаций и подделок	Сложность масштабирования	Блокчейн может быть сложно масштабировать, особенно в крупных цепочках поставок с большим количеством участников, что может привести к проблемам с пропускной способностью
Снижение затрат и повышение эффективности	Автоматизация процессов с помощью смарт-контрактов позволяет снизить административные расходы и уменьшить потребность в посредниках, автоматизировать документооборот	Проблемы интеграции с другими технологиями	Интеграция блокчейна с другими существующими системами управления цепочками поставок может быть сложной и требовать дополнительных ресурсов
Улучшение управления рисками	Выявление и быстрое реагирование на проблемы в цепочке поставок, простота обнаружения неисправностей или нарушений	Необходимость в обучении и изменении культурных подходов	Необходимость в обучении персонала и участников цепочки поставок. Компании могут сталкиваться с культурными барьерами.
Повышение безопасности и доверия	Технология блокчейн гарантирует высокий уровень безопасности благодаря использованию криптографии	Регулирование и юридические вопросы	Использование блокчейна в агробизнесе может быть ограничено существующими нормативными актами, которые не соответствуют распространению и использованию этой технологии.
Аудит и соблюдение требований	Все участники цепочки имеют доступ к одним и тем же данным. Упрощение процесса аудита, поскольку все транзакции доступны для проверки	Увеличение энергопотребления	Поддержка блокчейн-системы предполагает использование ресурсоемких алгоритмов, что может привести к высоким затратам энергии

* составлена на основе источника [11]

В таблице 2 показан анализ для дальнейшего принятия управленческого решения относительно внедрения блокчейн-технологий в систему отслеживания цепочек поставок зерна целесообразно определить возможности и угрозы. Используя SWOT-анализ, можно получить четкое представление о внутренних и внешних факторах, влияющих на внедрение блокчейн-технологий в систему отслеживания цепочек поставок зерна.

Представим экономические расчеты эффективности внедрения блокчейн-платформы. Цель: оценить возврат инвестиций (ROI) от внедрения блокчейн-системы отслеживания зерна: от поля до экспорта.

Таблица – 3

Исходные данные для расчета экономического эффекта

Показатель	Значение
Годовой оборот агрохолдинга (по зерну)	10 млрд тенге
Потери из-за неточной логистики, простоев, ошибок учёта	~3–5% оборота
Убытки от фальсификаций / некачественного зерна	~1% оборота
Число контрагентов (поставщики, элеваторы, трейдеры, логисты)	120+
Количество зерна (в год)	250 тыс. тонн
Текущая степень цифровизации	частичная (до 50%)

**составлена на основе источника [6,9]*

В таблице 3 указаны исходные данные для расчета экономического эффекта и значения. Годовой оборот агрохолдинга составляет 10 млрд тенге. В процентном выражении показаны потери и убытки простой логистики и некачественного зерна. Число контрагентов в том числе, поставщики, элеваторы, трейдеры, логисты. Количество зерна в год составляет 250 тыс. тонн. В таблице 4 приведены инвестиции в блокчейн-платформу.

Таблица – 4

Инвестиции в блокчейн-платформу, (млн,тг)

Статья	Сумма
Разработка платформы (с нуля или кастомизация готовой)	120
Аппаратные средства / дата-хранилище (или IPFS)	30
Интеграция с 1С, логистикой, гос.системами	40
Обучение персонала, внедрение	20
Поддержка, обновления (в год)	25
Итого (первоначальные + годовые расходы)	235

** составлена на основе источника [6,9]*

В таблице 4 инвестиции разделены на статьи и указаны суммы на внедрение. Это разработка платформы, аппаратура, учет, логистика, обучение персонала и т.д. Приведены годовые и первоначальные расходы для внедрения технологий в зерновую отрасль. В таблице 5 продемонстрирован ежегодный экономический эффект.

Таблица – 5

Экономический эффект (ежегодный)

Источник экономии / роста	Экономия, млн тенге
Снижение потерь логистики на 3%	300
Исключение фальсификаций / спекуляций на 0,5%	50
Повышение доверия экспортеров / доп. контракты	100
Снижение бумажного документооборота, ошибок учёта	30
Упрощение взаимодействия с госорганами (цифровизация)	20
Итого экономический эффект / год	500

**составлена на основе источника [6,9,11]*

По результатам таблицы 5 будет расчет ROI для выявления сценарного анализа окупаемости проекта.

Расчёт ROI по следующей формуле

$$ROI = (\text{Доход} - \text{Затраты}) / \text{затраты} \times 100\% \quad (1)$$

$$ROI = (500 - 235) / 235 \times 100\% \approx 112.8\%$$

Окупаемость — первый год.
Чистая прибыль после окупаемости — ~265 млн тенге ежегодно.
Срок возврата инвестиций — ~11 месяцев.

Сценарный анализ: при оптимистическом (500 млн выгоды) (ROI 113%) период окупаемости 11 месяцев; при умеренном (300 млн выгоды) (ROI 27.6%) период окупаемости 1,8 года; при пессимистичном (150 млн выгоды) период окупаемости убыток без реорганизации

Нематериальные выгоды: повышение прозрачности перед экспортёрами и государством; защита от коррупции / хищений; прозрачная история движения зерна; быстрая реакция при инцидентах качества / отзыва партий; репутационные плюсы — партнёры предпочитают «чистые» цепочки.

Внедрение блокчейн-платформы в агрохолдинге может дать от 100 до 300 млн тенге выгоды ежегодно, при затратах порядка 200–250 млн тенге, что даёт ROI свыше 100% в первый год в базовом сценарии. Однако результат зависит от масштаба, зрелости процессов, качества реализации и интеграции.

Заключение. Выявлены ключевые проблемы в системе цепочек поставок зерна, в частности, фрагментированность цифровых решений, которое затрудняет сбор и анализ информации в реальном времени и снижает эффективность контроля. Отсутствие единой цифровой платформы на национальном уровне, что приводит к низкой прозрачности и увеличивает риски фальсификаций. Процессы взвешивания, анализа качества зерна и ведения учетной документации по-прежнему осуществляются вручную, что создает предпосылки для ошибок и злоупотреблений. Разработан алгоритм проведения транзакций в системе цепочек поставок зерна на основе технологии блокчейн, преимуществами которого являются доступность информации для всех участников процесса; автоматическое исполнение смарт-контрактов; невозможность фальсификации данных; снижение потребности в посредниках и оптимизация всех этапов поставок. Сбор, обработку, хранение и управление данными при отслеживании цепочек поставок зерна на основе блокчейн-технологий предлагается осуществлять с использованием технологии Интернета вещей (IoT).

С помощью SWOT-анализа было определено влияние факторов на внедрение блокчейн-технологий в систему отслеживания цепочки поставок зерна. Было установлено, что внедрение блокчейн-технологий в систему отслеживания цепочек поставок зерна имеет много преимуществ, таких как прозрачность, повышение доверия, автоматизация процессов и защита от подделок.

ЛИТЕРАТУРА

1. Chung S., Hwang J.T., Park S. Physiological Effects of Bioactive Compounds Derived from Whole Grains on Cardiovascular and Metabolic Diseases. *Applied Sciences*. – 2022. – №12(2). – P. 658–683. – DOI: 10.3390/app12020658
2. Бейсекова П.Д., Калиева Е.В., Кирбетова Ж.С., Беделбекова Т.Н. Перспективная оценка экспортного потенциала зерновой отрасли Казахстана // *Вестник университета «Туран»*. – 2024. – №4. С. 22–34. – DOI: 10.46914/1562-2959-2024-1-4-22-34
3. Тиреуов К., Мизанбекова С. Укрепление экспортного потенциала зернового рынка Казахстана / *Аграрная экономика*. – 2020. – №6(301). – С. 65–72.
4. Вамба С., Кейруш М. Индустрия 4.0 и цифровизация цепочек поставок: перспектива диффузии блокчейна // *Планирование и контроль производства*. – 2020. – №33(2). – С. 193–210. – DOI: 10.1080/09537287.2020.1810756
5. Abdel-Basset, M., Manogaran, G., Mohamed, M. RETRACTED: Internet of Things (IoT) and its impact on supply chain: A framework for building smart, secure and efficient systems. *Future Generation Computer System*. – 2018. – №86. – P. 614–628. – DOI: 10.1016/j.future.2018.04.051
6. Пурнадер М., Ши Ю., Серинг С., Кох С. Применение блокчейна в цепочках поставок, транспорте и логистике: систематический обзор литературы / *Международный журнал*

производственных исследований. – 2019. – №58(7). – С. 2063–2081. – DOI: 10.1080/00207543.2019.1650976

7. Бельгибаева А.С. Рынок зерна и продуктов его переработки: актуальные вопросы и пути их решения / Проблемы агорынка. – 2021. – №3. – С. 134–143. – DOI: 10.46666/2021-3.2708-9991.15.

8. Lei M., Xu L., Liu T., Liu S., Sun C. Integration of Privacy Protection and Blockchain-Based Food Safety Traceability: Potential and Challenges. *Foods*. – 2022. – №11(15). – 2262 p. – DOI: 10.3390/foods11152262

9. Иванов П.А., Петров В.С. Управление цепочками поставок: современные технологии и подходы: учебник. СПб.: Питер. – 2023. – 450 с.

10. Xu J., Zhao, Y., Chen H., Deng W. ABC-GSPBFT: PBFT with grouping score mechanism and optimized consensus process for flight operation data-sharing. *Information Sciences*. – 2023. – №624. – P. 110–127. – DOI: 10.1016/j.ins.2022.12.068

11. Довгаль В.А., Довгаль Д.В. Проблемы и задачи безопасности интеллектуальных сетей, основанных на Интернете Вещей // Вестник Адыгейского государственного университета. Сер. Естественно-математические и технические науки. – 2017. – №4(211). – С. 140–147. – URL: <http://vestnik.adygnet.ru>

REFERENCES

1. Chung S., Hwang J.T., Park S. Physiological Effects of Bioactive Compounds Derived from Whole Grains on Cardiovascular and Metabolic Diseases. *Applied Sciences*. – 2022. – №12(2). – P. 658–683. – DOI: 10.3390/app12020658

2. Bejsekova P., Kalieva E., Kirbetova Zh., Bedelbekova T. Perspektivnaja ocenka jeksportnogo potenciala zernovoj otrasli Kazahstana [Perspective assessment of the export potential of Kazakhstan's grain industry] // Vestnik universiteta «Turan». – 2024. – №4. – S. 22–34. – DOI: 10.46914/1562-2959-2024-1-4-22-34 [in Russian]

3. Tireuov K., Mizanbekova, S. Ukreplenie jeksportnogo potenciala zernovogo rynka Kazahstana [Strengthening the export potential of Kazakhstan's grain market] // Agrarnaja jekonomika. – 2020. – №6(301). – S. 65–72. [in Russian]

4. Vamba S., Kejrush M. Industrija 4.0 i cifrovizacija cepochek postavok: perspektiva diffuzii blokchejna [Industry 4.0 and Digitalization of Supply Chains: the Perspective of blockchain Diffusion] // Planirovanie i kontrol' proizvodstva. – 2020. – №33(2). – S. 193–210. – DOI: 10.1080/09537287.2020.1810756 [in Russian]

5. Abdel-Basset, M., Manogaran, G., Mohamed, M. RETRACTED: Internet of Things (IoT) and its impact on supply chain: A framework for building smart, secure and efficient systems. *Future Generation Computer System*. – 2018. – №86. – P. 614–628. – DOI: 10.1016/j.future.2018.04.051

6. Purnader M., Shi Ju., Sering S., Koh S. Primenenie blokchejna v cepochkah postavok, transporte i logistike: sistematičeskij obzor literatury [The use of blockchain in supply chains, transport and logistics: a systematic review of the literature] // Mezhdunarodnyj zhurnal proizvodstvennyh issledovanij. – 2019. – №58(7). – S. 2063–2081. – DOI: 10.1080/00207543.2019.1650976 [in Russian]

7. Bel'gibaeva A. Rynok zerna i produktov ego pererabotki: aktual'nye voprosy i puti ih reshenija [Grain and processed products market: current issues and solutions] // Problemy agrorynka. – 2021. – №3. – S. 134–143. – DOI: 10.46666/2021-3.2708-9991.15. [in Russian]

8. Lei M., Xu L., Liu T., Liu S., Sun C. Integration of Privacy Protection and Blockchain-Based Food Safety Traceability: Potential and Challenges. *Foods*. – 2022. – №11(15). – 2262 p. – DOI: 10.3390/foods11152262

9. Ivanov P., Petrov V. Upravlenie cepochkami postavok: sovremennye tekhnologii i podhody [Supply chain management: modern technologies and approaches]: uchebnik. SPb.: Piter – 2023. – 450 s. [in Russian]

10. Xu J., Zhao, Y., Chen H., Deng W. ABC-GSPBFT: PBFT with grouping score mechanism and optimized consensus process for flight operation data-sharing. *Information Sciences*. – 2023. – №624. – P. 110–127. – DOI: 10.1016/j.ins.2022.12.068

11. Dovgal' V., Dovgal' D. Problemy i zadachi bezopasnosti intellektual'nyh setej, osnovannyh na Internetе Veshhej [Security issues and challenges of intelligent networks based on the Internet of Things]

// Vestnik Adygejskogo gosudarstvennogo universiteta. Ser. Estestvenno-matematicheskie i tehicheskie nauki. – 2017. – №4(211). – S. 140–147. – URL: <http://vestnik.adygnet.ru> [in Russian]

Бейсекова П.Д., Печеная Л.Т., Калиева Е.В., Нурпеисова Н.С.

АСТЫҚ ЖЕТКІЗУ ТІЗБЕГІ ЖҮЙЕСІНЕ БЛОКЧЕЙН ТЕХНОЛОГИЯЛАРЫН ЕНГІЗУ

Андатпа

Ғылыми жұмыста астық жеткізу тізбегіне блокчейн технологиясын енгізуде қадағалау жүйесіне әсерін анықтау міндеттері қарастырылады. Астық жеткізу тізбегі жүйесіндегі негізгі мәселелер анықталды және оларды шешу бойынша міндеттер ұсынылды. Ақылды келісімшарттар, Заттар интернеті (IoT), планетааралық файлдық жүйе (IPFS), байланыссыз белгілер (RFID) сияқты астық жеткізу тізбегі жүйесіне блокчейнді енгізу кезінде негізгі технологиялардың сипаттамалары анықталды. SWOT талдауы арқылы астық жеткізу тізбегін бақылау жүйесіне блокчейн технологияларын енгізуге факторлардың әсері анықталды. Күшті жақтарға ашықтық, сенімділіктің жоғарылауы, процестерді автоматтандыру және бұрмаланудан қорғау жатады. Өлсіз жақтарға енгізудің жоғары шығындары, масштабтаудың күрделілігі және қызметкерлерді оқыту қажеттілігі жатады. Блокчейнді пайдалану арқылы ашылатын мүмкіндіктерге жаңа серіктестерді тарту, бәсекеге қабілеттілікті арттыру, жаңа нарықтарды дамыту кіреді. Қауіп-қатерлерге заңды қиындықтар, техникалық ақаулар, жоғары энергия шығындары және нарық қатысушыларының қарсылығы жатады. Астық жеткізу тізбегін қадағалау жүйесіне блокчейн-технологияларды бірлесіп енгізу үшін интеграцияланған агрохолдингтерді дамыту перспективалары айқындалды, бұл жеткізу тізбегінің барлық қатысушылары үшін стратегиялық тиімді шешім болады.

Beisekova P., Pechenaya L., Kalieva E., Nurpeisova N.

IMPLEMENTATION OF BLOCKCHAIN TECHNOLOGIES IN THE GRAIN SUPPLY CHAIN SYSTEM

Annotation

The article discusses the specifics of state regulation of entrepreneurial activity in the agricultural sector of the Republic of Kazakhstan. The relevance of the topic is due to the importance of agriculture as a key branch of the national economy, ensuring food security, employment and rural development. The main forms and mechanisms of government support, including subsidies, tax incentives, loans and investment programs, are analyzed. The issues of regulatory regulation, the role of government agencies and development institutions are also discussed. Special attention is paid to assessing the effectiveness of existing measures and identifying problems that hinder the sustainable development of agricultural entrepreneurship.

The direction of the functioning of the entrepreneurial activity of agriculture has been determined, focused on improving the efficiency of the agro-industrial complex and its competitiveness in the domestic market, which is one of the highest priorities in national policy.

The results obtained in the study reflect important aspects of improving the efficiency of entrepreneurship in the agricultural sector. These are the most vulnerable representatives of the agricultural business in terms of resource intensity, but at the same time, the most important in terms of social development of rural areas and the volume of production on a national scale. And increasing the efficiency of these small producers simultaneously solves the problems of food security and rural development. These are important national development goals.

