

Гулбану Абсаматовна Мирзахмедова – PhD, и.о. доцента кафедры «Информационные системы», Казахский национальный университет имени аль-Фараби, Республика Казахстан; e-mail: gulbanu.myrzamedova@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7915-945X>.

Асем Ноябровна Шормакова – PhD, заведующий кафедрой «Информационные системы», и.о. доцента; Казахский национальный университет имени аль-Фараби, Республика Казахстан; e-mail: shormakovaassem@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1637-4643>.

Автор туралы мәліметтер

Камшат Бакытжановна Тусупова* – PhD, «Ақпараттық жүйелер» кафедрасының жетекші ғылыми қызметкері, Өл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Қазақстан Республикасы; e-mail: kamshat-0707@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5254-3432>.

Гулбану Абсаматовна Мирзахмедова – PhD, доцент м.а., «Ақпараттық жүйелер» кафедрасы, Өл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Қазақстан Республикасы; e-mail: gulbanu.myrzamedova@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7915-945X>.

Асем Ноябровна Шормакова – PhD, «Ақпараттық жүйелер» кафедрасының меңгерушісі, доцент м.а., Өл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Қазақстан Республикасы; e-mail: shormakovaassem@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1637-4643>.

Information about the author

Kamshat Bakytzhanovna Tussupova* – PhD, Senior Researcher at the Department of Information Systems, Al-Farabi Kazakh National University, Republic of Kazakhstan; e-mail: kamshat-0707@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5254-3432>.

Gulbanu Absamatovna Mirzakhmedova – PhD, Acting Associate Professor, Department of Information Systems, Al-Farabi Kazakh National University, Republic of Kazakhstan; e-mail: gulbanu.myrzamedova@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7915-945X>.

Assem Noyabrevna Shormakova – PhD, Head of the «Information Systems» department, Acting Associate Professor, Al-Farabi Kazakh National University, Republic of Kazakhstan; e-mail: shormakovaassem@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1637-4643>.

Поступила в редакцию 22.09.2025

Поступила после доработки 13.11.2025

Принята к публикации 14.11.2025

[https://doi.org/10.53360/2788-7995-2025-4\(20\)-16](https://doi.org/10.53360/2788-7995-2025-4(20)-16)

МРНТИ: 20.51.23



М. Муратбеков¹, М. Жаканов², А. Құрманбай², Г. Шуйтенов²

¹Евразийский Национальный университет им. Л.Н. Гумилева,
010008, РК, Астана, ул. Пушкина, 11

²Esil University,
010008, РК, Астана, ул. Жубанова, 7

*e-mail: zhakanov.m@esil.edu.kz

АНАЛИЗ И ВИЗУАЛИЗАЦИЯ ДАННЫХ СИСТЕМЫ ОНЛАЙН-ГОЛОСОВАНИЯ НА ОСНОВЕ ТЕХНОЛОГИИ БЛОКЧЕЙН С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ POWER BI

Аннотация: В рамках научно-исследовательской работы была разработана и внедрена система онлайн-голосования на основе технологии блокчейн. Настоящая статья посвящена методологии и практическому применению инструмента бизнес-аналитики Power BI для анализа и визуализации данных, генерируемых этой системой. Использование инструментов бизнес-аналитики, таких как Power BI, для анализа данных из блокчейн-систем голосования является важным шагом для валидации их производительности, безопасности и прозрачности. Блокчейн представляет собой децентрализованный цифровой реестр, состоящий из хронологически упорядоченной цепочки блоков. В контексте электронного голосования эти блоки содержат транзакции, которые могут представлять собой различные операции: регистрация избирателей и кандидатов, подача голосов, подсчет результатов.

Ключевые характеристики данных в блокчейне, делающие их подходящими для систем голосования и последующего анализа, включают: неизменность (Immutability), прозрачность (Transparency), децентрализация (Decentralization), отслеживаемость (Traceability). Каждая транзакция имеет уникальный идентификатор и временную метку, что позволяет отслеживать все операции в системе.

Работа демонстрирует, как Power BI позволяет трансформировать сложные и распределенные данные блокчейна в наглядные и легко интерпретируемые графики и дашборды, что критически важно для оценки производительности, безопасности и прозрачности системы голосования. Представлены ключевые метрики и визуализации, а также описан процесс интеграции данных блокчейна с аналитическим инструментом. Полученные результаты подтверждают, что использование Power BI является эффективным подходом для валидации и демонстрации преимуществ децентрализованных систем.

Ключевые слова: блокчейн, онлайн-голосование, Power BI, бизнес-аналитика, визуализация данных, безопасность, прозрачность.

Введение

Технологии цифрового голосования приобретают все большую актуальность в контексте глобальной цифровизации и стремления к повышению эффективности и доступности демократических процедур. Однако, традиционные онлайн-системы, несмотря на их удобство, подвержены критическим рискам, связанным с потенциальной фальсификацией результатов, уязвимостью перед кибератаками и недостаточным уровнем прозрачности. Эти риски подрывают доверие граждан к избирательному процессу. Технология блокчейн, с ее неотъемлемыми свойствами децентрализации, неизменяемости и криптографической безопасности, предлагает фундаментально новый подход к решению этих проблем. Она позволяет создать распределенный и надежный реестр, где каждая транзакция (голос) фиксируется и не может быть изменена постфактум, что обеспечивает беспрецедентный уровень прозрачности [1-2].

Настоящее исследование является частью проекта «Разработка системы онлайн-голосования на основе технологии блокчейн», который финансируется Министерством науки и высшего образования Республики Казахстан. Целью данной статьи является не только описание архитектуры разработанной системы, но и обоснование методологии её анализа. В качестве основного инструментария для обработки, анализа и визуализации данных был выбран Microsoft Power BI. Этот выбор обусловлен его способностью эффективно работать с большими объемами данных, предоставлять гибкие возможности для визуализации и интегрироваться с различными источниками, что позволило нам эффективно оценивать ключевые характеристики системы – производительность, активность участников и достоверность данных, тем самым подтверждая её надежность и готовность к практическому применению.

Методология интеграции данных

Для проведения комплексного анализа данных, генерируемых блокчейном, была разработана специализированная методология, включающая следующие этапы, реализуемые в среде Power BI:

Извлечение данных (Extract): Данные о транзакциях, блоках и смарт-контрактах извлекались из ноды блокчейна через API-интерфейс, который обеспечивает стандартизированный и защищенный доступ к распределенному реестру. Каждая транзакция голосования содержит информацию, необходимую для анализа: временную метку фиксации голоса, анонимизированный идентификатор избирателя (для сохранения конфиденциальности) и выбранный вариант голосования.

Преобразование данных (Transform): в результате полученные нами данные, которые изначально находились в формате JSON (неструктурированный формат), были преобразованы в реляционный табличный формат, который является оптимальным для работы в Power BI. Этот этап как обычно включает в себя очистку данных от избыточных полей (нормализация данных), нормализацию самой структуры и преобразование криптографических хэшей и временных меток в читаемый формат, что значительно упростило дальнейший анализ. Использование языка Power Query позволило нам автоматизировать сам процесс, обеспечивая его масштабируемость и повторяемость.

Загрузка данных (Load): после завершения предыдущего этапа подготовленные данные были загружены в разработанную модель данных Power BI. Для обеспечения высокой скорости обработки и интерактивности отчетов был использован режим Import, который позволяет кэшировать данные в оперативной памяти и мгновенно реагировать на запросы пользователя. Это решение было выбрано, поскольку объем данных, генерируемых в ходе

тестовых голосований, был управляемым, что не требовало использования режима DirectQuery, предназначенного для работы с очень большими наборами данных [3-4].

Результаты и визуализация данных

Использование Power BI позволило создать ряд аналитических дашбордов, демонстрирующих ключевые аспекты работы системы. Каждый дашборд был разработан с учетом конкретной цели: от анализа результатов голосования до оценки технической производительности.

1. Анализ результатов голосования

Визуализация результатов голосования была организована в отдельный дашборд, который предоставляет собой интуитивно понятное представление о ходе и итогах избирательного процесса. Power BI позволил не просто отобразить финальные цифры, но и провести динамический анализ вовлеченности участников на разных этапах голосования [5].

График, отображающий количество голосов, зарегистрированных в системе каждый час, позволил выявить ключевые паттерны поведения избирателей. Это позволяет с одного взгляда оценить историю изменений в состоянии системы, выявить периоды высокой активности или обнаружить неисправности. Например, в системах анализа настроений аудитории строятся графики, показывающие реакцию пользователей в реальном времени. Такие графики (рис. 1-2) позволяют выявлять пики положительных или отрицательных настроений, связанные с конкретными моментами события. Внезапные всплески активности на графике могут указывать на аномалии, такие как скоординированные атаки или сбои в работе системы. Современные системы визуализации способны обновлять графики в реальном времени или с минимальной задержкой. Это представляет собой значительное преимущество по сравнению с традиционными методами, которые требовали ручного анализа текстовых логов или проведения опросов после события. Автоматизация позволяет операторам быстрее реагировать на инциденты, сокращает время на анализ и снижает вероятность ошибок, связанных с ручной обработкой данных.

Это не только повышает скорость объявления результатов, но и способствует прозрачности, позволяя любому заинтересованному лицу отслеживать изменения в режиме реального времени. В дальнейшем, этот дашборд может быть расширен для включения географической карты, показывающей, из каких регионов было подано наибольшее количество голосов, что предоставляет ценные демографические данные для анализа избирательного поведения [6].

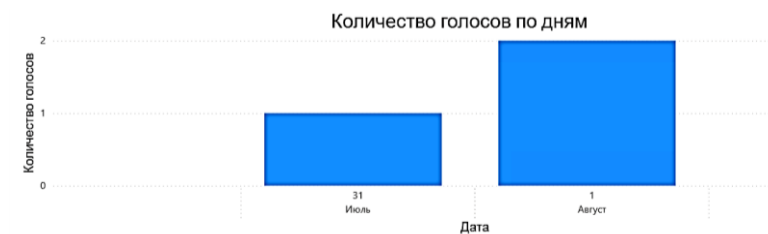


Рисунок 1 – Динамика голосования по дням.

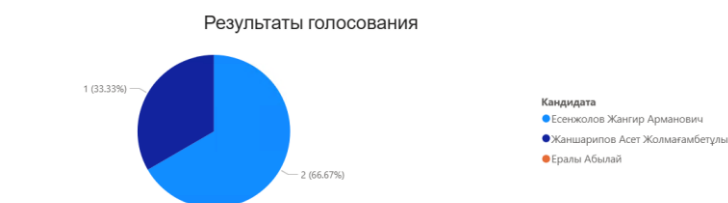


Рисунок 2 – Распределение голосов между кандидатами/вариантами

2. Визуализация безопасности и неизменяемости

Ключевым преимуществом любой системы, основанной на блокчейне, является обеспечение и наглядная демонстрация её безопасности и неизменяемости. В контексте системы онлайн-голосования это означает, что после записи голоса в блокчейн, его невозможно ни изменить, ни удалить, ни подделать. Для визуализации этого фундаментального принципа был разработан специализированный дашборд в Power BI. На нем представлена упрощенная схема блокчейн-цепочки, где каждый блок содержит не только

данные о голосовании, но и криптографический хэш предыдущего блока. Этот хэш, уникальный цифровой отпечаток, созданный на основе всех данных в блоке, служит для создания неразрывной и защищенной от подделок цепочки. Любое, даже малейшее, изменение в данных транзакции или блока приводит к изменению его хэша, что, в свою очередь, нарушает целостность всей последующей цепочки и делает фальсификацию очевидной [7-8].

Для демонстрации этого эффекта дашборд включает интерактивные элементы, которые имитируют попытку изменения данных в одном из блоков. При такой «атаке» визуализация мгновенно сигнализирует о нарушении: например, изменяет цвет затронутых блоков на красный или выводит уведомление об ошибке. Это наглядно доказывает, что механизм хэширования обеспечивает аутентичность и целостность данных, а сам блокчейн-реестр выступает в роли нерушимого и прозрачного источника истины. Таким образом, Power BI не только анализирует данные, но и служит мощным инструментом для убедительной демонстрации ключевых свойств технологии. Такая визуализация имеет решающее значение для повышения доверия общественности и регуляторов, поскольку она преобразует абстрактные концепции блокчейна в понятный и проверяемый формат, что является важным шагом к принятию и внедрению подобных систем в реальные демократические процессы [9-10].

Анализ производительности и выявление ограничений являются ключевыми этапами в разработке систем онлайн-голосования. Предоставленные результаты подтверждают и дополняют тезисы о важности этих процессов, предлагая конкретные примеры метрик, методов тестирования и существующих проблем.

Масштабируемость и нагрузка

Масштабируемость является критическим фактором, поскольку производительность в условиях реальных выборов с миллионами избирателей может отличаться от результатов пилотных проектов. Для изучения этого аспекта проводятся симуляции с различной нагрузкой. Например, в одном из экспериментов использовалась сеть из 250 узлов для имитации различной плотности подачи голосов и фоновое сетевое трафика. Исследования показывают, что некоторые архитектуры, например, использующие гомоморфное суммирование, могут создавать значительную нагрузку на производительность при проведении крупных выборов с сотнями тысяч участников. Это подтверждает, что стабильная работа в рамках тестовой нагрузки не всегда гарантирует аналогичную производительность в более масштабных условиях.

Ограничения и вызовы

Несмотря на успехи в разработке, системы онлайн-голосования сталкиваются с рядом ограничений и вызовов, особенно при переходе от тестовых сред к полномасштабному внедрению. Многие исследования и пилотные проекты проводятся в контролируемых или ограниченных условиях. Переход к крупномасштабным системам выявляет новые проблемы, одной из главных угроз является уязвимость централизованных серверов для атак типа «распределённый отказ в обслуживании» (DDoS), риск которых возрастает по мере увеличения масштаба голосования. Процесс извлечения и обработки данных также может стать узким местом. Это иллюстрирует сложности, связанные с обработкой больших объёмов данных, аналогичные проблемам ETL-процессов.

К другим значимым вызовам относятся:

Безопасность на стороне клиента: сложно гарантировать отсутствие вредоносного ПО на компьютере избирателя, что создаёт риски для целостности голоса.

Принуждение и конфиденциальность: Удалённое голосование не обеспечивает достаточного надзора, что создаёт возможность давления на избирателя со стороны третьих лиц.

Целостность данных: существует риск подмены или удаления голосов на центральных серверах со стороны инсайдеров.

Техническая грамотность: Системы могут быть сложны для людей, не знакомых с современными технологиями.

3. Направления будущих исследований

Полученные результаты открывают широкие возможности для будущих исследований. Мы видим перспективу в следующих направлениях:

- Масштабирование и оптимизация: Разработка протоколов для повышения пропускной способности сети и оптимизации работы с данными для поддержки массовых голосований.
- Интеллектуальный анализ: Использование Power BI в сочетании с алгоритмами машинного обучения для автоматического выявления аномалий и потенциальных попыток мошенничества на основе анализа поведения избирателей.
- Интеграция с внешними системами: Исследование возможностей интеграции с государственными реестрами для верификации личности избирателей, что обеспечит высокий уровень безопасности и прозрачности [11].

Обсуждение и выводы

Проведенное исследование убедительно продемонстрировало, что Power BI является не просто удобным, но и необходимым инструментом для анализа и валидации систем, построенных на технологии блокчейн. Применение данного инструмента позволило успешно решить одну из ключевых проблем, связанных с блокчейн-технологиями: отсутствие наглядного и доступного механизма для анализа данных. Используя Power BI, мы смогли трансформировать сложные, распределенные данные в понятные и наглядные инсайты, что имеет критическое значение для успешной реализации и внедрения подобных систем. Наглядное представление производительности, прозрачности и безопасности является ключевым фактором для получения доверия общественности и регуляторов, что часто является основным барьером для внедрения блокчейн-технологий в государственные и общественные процессы [12].

Результаты, полученные с помощью Power BI, подтверждают, что разработанная в рамках НИР система онлайн-голосования обладает высокой степенью безопасности и прозрачности. Инструменты визуализации позволили объективно оценить скорость транзакций, выявить пиковые нагрузки на сеть и, что наиболее важно, наглядно продемонстрировать невозможность изменения данных голосования. Это делает нашу систему перспективной для практического применения в контексте демократических процедур, где честность и прозрачность являются основополагающими принципами.

Кроме того, предложенная методология анализа, основанная на интеграции блокчейна с BI-инструментами, имеет высокую экстраполируемость. Она может быть успешно применена в других блокчейн-проектах, где требуется верификация и визуализация данных. К таким областям относятся системы управления цепочками поставок (отслеживание происхождения товаров), системы документооборота (аудит неизменяемости записей) и финансового учета (мониторинг транзакций). Таким образом, наша работа вносит вклад не только в развитие систем голосования, но и в общую методологию анализа децентрализованных приложений в целом, открывая новые горизонты для исследований в области блокчейн-аналитики.

Список литературы

1. DVTChain: A blockchain-based decentralized mechanism to ensure the security of digital voting system voting system / Syada Tasmia Alvi et al // Journal of King Saud University – Computer and Information Sciences. – 2022. – vol. 34(9). <https://doi.org/10.1016/j.jksuci.2022.06.014>.
2. Lakshmi Sai Priya K. Electronic Governance and Open Society: Challenges in Eurasia / K. Lakshmi Sai Priya, Ch. Rupa // 2nd International Conference on Innovative Mechanisms for Industry Applications (ICIMIA). – 2020. <https://doi.org/10.1109/icimia48430.2020.9074931>.
3. Internet of Things, Artificial Intelligence and Blockchain Technology / R. Lakshmana Kumar et al // Springer at 2021. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-74150-1>.
4. Applying the ETL Process to Blockchain Data. Prospect and Findings / Roberta Galici et al // Information. – 2020. – vol. 11(4) by MDPI AG at 2020. <https://doi.org/10.3390/info11040204>.
5. Beros I. Usage of BI Tools in Analysis of the Tomas Croatia 2019 Survey / I. Beros, N. Hlupic, F. Dzapo // 44th International Convention on Information, Communication and Electronic Technology (MIPRO) by IEEE at 2021. <https://doi.org/10.23919/mipro52101.2021.9597033>.
6. Jones Daniel. Power BI: 3 in 1- Comprehensive Guide of Tips and Tricks to Learn the Functions of Power BI+ Simple and Effective Strategies+ Advanced Guide to Learn the Advanced Realms of Power BI, 2021.

7. Designing a Blockchain-Enabled Methodology for Secure Online Voting System / Saurabh Singh et al // International Conference on Intelligent Data Communication Technologies and Internet of Things (IDCIoT) by IEEE at 2023. <https://doi.org/10.1109/idciot56793.2023.10053410>.
8. A Vijaya Kumar. Blockchain Based Public Cloud Security for E-Voting System on IoT Environment / A Vijaya Kumar, Gabbita Viswa Sarvani, Dama Satya // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. – 2020. – vol. 981(4). – by IOP Publishing at 2020. <https://doi.org/10.1088/1757-899x/981/4/042013>.
9. Ruj S. Blockchains: A Handbook on Fundamentals, Platforms and Applications / S. Ruj, S.S. Kanhere, M. Conti // Advances in Information Security by Springer at 2024. <https://doi.org/10.1007/978-3-031-32146-7>.
10. El Madhoun N. Going Beyond the Blockchain Hype: In Which Cases are Blockchains Useful for IT Applications? / N.El Madhoun, J. Hatin, E. Bertin // 3rd Cyber Security in Networking Conference (CSNet) by IEEE at 2019. <https://doi.org/10.1109/csnet47905.2019.9108966>.
11. Advances in System-Integrated Intelligence / M. Valle et al // Proceedings of the 6th International Conference on System-Integrated Intelligence (SysInt 2022), September 7-9, 2022. Genova, Italy, <https://doi.org/10.1007/978-3-031-16281-7>.
12. Visualization of Blockchain Data: A Systematic Review / N. Tovanich et al // IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics. – 2021. – vol. 27(7). by Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE) at 2021. <https://doi.org/10.1109/tvcg.2019.2963018>.

Исследовательская работа проводится в рамках ГФ Министерства науки и высшего образования Республики Казахстан АР23489791 «Разработка системы онлайн-голосования на основе технологии блокчейн» на 2024-2026 годы.

М. Мұратбеков¹, М. Жақанов², А. Құрманбай², Г. Шуйтенов²

¹Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті,
010008, ҚР, Астана, Пушкин көшесі, 11

²Esil University,
010008, ҚР, Астана, Жұбанов көшесі, 7

*e-mail: zhakanov.m@esil.edu.kz

POWER BI КӨМЕГІМЕН BLOCKCHAIN ТЕХНОЛОГИЯСЫНА НЕГІЗДЕЛГЕН ОНЛАЙН ДАУЫС БЕРУ ЖҮЙЕСІНІҢ ДЕРЕКТЕРІН ТАЛДАУ ЖӘНЕ ВИЗУАЛИЗАЦИЯЛАУ

Ғылыми-зерттеу жұмысы аясында (ЖРН АР23489791) блокчейн технологиясы негізінде онлайн-дауыс беру жүйесі әзірленіп, енгізілді. Бұл мақала осы жүйе жасаған деректерді талдау және визуализациялау үшін Power BI Business Intelligence құралының әдіснамасы мен практикалық қолданылуына бағытталған. Blockchain дауыс беру жүйелеріндегі деректерді талдау үшін Power BI сияқты бизнесті талдау құралдарын пайдалану олардың өнімділігін, қауіпсіздігін және ашықтығын растау үшін маңызды қадам болып табылады. Блокчейн-хронологиялық реттелген блокчейннен тұратын орталықтандырылмаған сандық тізілім. Электрондық дауыс беру контекстінде бұл блоктарда әртүрлі операциялар болуы мүмкін транзакциялар бар: сайлаушылар мен кандидаттарды тіркеу, дауыс беру, нәтижелерді санау.

Блокчейндегі деректердің негізгі сипаттамалары, оларды дауыс беру және кейінгі талдау жүйелеріне қолайлы етеді: өзгермейтіндік (иммунитет), мәлдірлік (транспаренттілік), орталықсыздандыру (орталықсыздандыру), бақылау (Traceability). Әрбір транзакцияда жүйедегі барлық операцияларды бақылауға мүмкіндік беретін бірегей идентификатор мен уақыт белгісі бар.

Жұмыс Power BI күрделі және таратылған блокчейн деректерін көрнекі және оңай түсіндіретін Графиктер мен бақылау тақталарына қалай түрлендіруге мүмкіндік беретінін көрсетеді, бұл дауыс беру жүйесінің өнімділігін, қауіпсіздігін және ашықтығын бағалау үшін өте маңызды. Негізгі көрсеткіштер мен визуализациялар ұсынылған және блокчейн деректерін аналитикалық құралмен біріктіру процесі сипатталған. Нәтижелер Power BI пайдалану орталықтандырылмаған жүйелердің артықшылықтарын тексеру және көрсету үшін тиімді тәсіл екенін растайды.

Түйін сөздер: блокчейн, онлайн дауыс беру, Power BI, іскерлік интеллект, деректерді визуализациялау, қауіпсіздік, ашықтық.

DATA ANALYSIS AND VISUALIZATION OF AN ONLINE VOTING SYSTEM BASED ON BLOCKCHAIN TECHNOLOGY USING POWER BI

As part of the research work (IRN AP23489791), an online voting system based on blockchain technology was developed and implemented. This article is devoted to the methodology and practical application of the Power BI business intelligence tool for analyzing and visualizing data generated by this system. Using business intelligence tools such as Power BI to analyze data from blockchain voting systems is an important step to validate their performance, security, and transparency. The blockchain is a decentralized digital registry consisting of a chronologically ordered chain of blocks. In the context of electronic voting, these blocks contain transactions that can represent various operations: registration of voters and candidates, submission of votes, and counting of results.

The key characteristics of the data in the blockchain that make them suitable for voting systems and subsequent analysis include: Immutability, transparency, decentralization, Traceability. Each transaction has a unique identifier and a timestamp, which allows you to track all transactions in the system.

The work demonstrates how Power BI enables the transformation of complex and distributed blockchain data into visual and easily interpretable graphs and dashboards, which is critical for evaluating the performance, security and transparency of the voting system. Key metrics and visualizations are presented, and the process of integrating blockchain data with an analytical tool is described. The results confirm that using Power BI is an effective approach for validating and demonstrating the benefits of decentralized systems.

Key words: blockchain, online voting, Power BI, business analytics, data visualization, security, transparency.

Авторлар туралы мәліметтер

Мәди Мұратбеков – PhD, «Ақпараттық қауіпсіздік» кафедрасының қауымдастырылған профессоры Л.Н. Гумилев атындағы ЕҰУ, Қазақстан, Астана; e-mail: madimm@list.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2197-4982>.

Мирас Жақанов* – Техника ғылымдарының магистрі, Esil University, Қазақстан, Астана; e-mail: zhakanov.m@esil.edu.kz. ORCID: <https://orcid.org/0009-0003-4962-2898>.

Ақжарқын Құрманбай – «Ақпараттық жүйелер» мамандығы бойынша бакалавр, магистрант, Esil University, Қазақстан, Астана; e-mail: aqzharkyn07@gmail.com.

Ғабит Шуйтенов – педагогика ғылымдарының кандидаты, қауымдастырылған профессор, Esil University, Қазақстан, Астана; e-mail: shuitenov.g@esil.edu.kz. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9905-7247>.

Сведения об авторах

Мәди Муратбеков – PhD, ассоциированный профессор кафедры «Информационной безопасности» ЕНУ им Л.Н. Гумилева, Казахстан, Астана; e-mail: madimm@list.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2197-4982>.

Мирас Жақанов* – Магистр технических наук, Esil University, Казахстан, Астана; e-mail: zhakanov.m@esil.edu.kz. ORCID: <https://orcid.org/0009-0003-4962-2898>.

Ақжарқын Құрманбай – Бакалавр, магистрант по специальности «Информационные системы», Esil University, Казахстан, Астана; e-mail: aqzharkyn07@gmail.com.

Ғабит Шуйтенов – кандидат педагогических наук, ассоциированный профессор, Esil University, Казахстан, Астана; e-mail: shuitenov.g@esil.edu.kz. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9905-7247>.

Information about the authors

Madi Muratbekov – PhD, Associate Professor of the Department of Information Security L.N. Gumilyov ENU, Astana, Kazakhstan; e-mail: madimm@list.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2197-4982>.

Miras Zhakanov* – Master of Technical Sciences Esil University, Kazakhstan, Astana; e-mail: zhakanov.m@esil.edu.kz. ORCID: <https://orcid.org/0009-0003-4962-2898>.

Akzharkyn Kurmanbai – Bachelor's degree, Master's degree in Information Systems, Esil University, Kazakhstan, Astana; e-mail: aqzharkyn07@gmail.com.

Gabit Shuitenov – Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor, Esil University, Kazakhstan, Astana; e-mail: shuitenov.g@esil.edu.kz. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9905-7247>.

Поступила в редакцию 14.10.2025

Поступила после доработки 15.10.2025

Принята к публикации 19.10.2025