

2. Gubarev V.V. *Sistemnoe predstavleniye kachestva obrazovaniya [The systemic purpose of the quality of education]. Standarty Principy i rukovodyashchiye ukazaniya kachestva [Standards Quality principles and guidelines]. 2002. № 4. -p. 30-35.*
3. *ST RK ISO 31000-2010 Menedzhment riska [Risk management].*
4. Aldabergenova S.S., Aldabergenov S.R. *Upravleniye riskami v sisteme vysshego obrazovaniya [Risk management in higher education system]. Education №2 (15)/2019, Nur-Sultan. 2019.- p. 36*
5. Belousova L.V. *Professional'nyy standart «Upravleniye riskami organizatsii» i yego naznacheniyе, Standarty risk-menedzhmenta. Problemy analiza riska [Professional standard «Organizational risk management» and its purpose, Risk Management Standards. Problems in risk analysis]. Tom 8, 2011, № 1. -p.244*
6. Burdina A.A. *Vliyaniye riskov na konkurentosposobnost' predpriyatiya [The impact of risks on the competitiveness of an enterprise]. Ekonomicheskiy analiz: teoriya i praktika [Economic analysis: theory and practice]. 2006, № 2. -p.112*
7. Sabir'janova L. *Kategoriya "risk", ye sodержaniye i teoreticheskoye obosnovaniye [The category "risk", its content and theoretical justification]. Risk: resursy, informatsiya, snabzheniye, konkurenciya [Risk: resources, information, supply, competition]. 2011. №1. - p. 512-516.*
8. Vlasova A. *Pravovaya kategoriya "predprinimatel'skiy risk" i pravovoy rezhim predprinimatel'skoy deyatel'nosti [The legal category "entrepreneurial risk" and the legal regime of entrepreneurial activity]. Pravo i ekonomika [Law and economics]. 2011. №3.- p. 62-67.*
9. *Lel'chuk A. L. Aktual'nyy risk-menedzhment [Current risk-management]. Moskva: Ankil, 2014.- p. 424*
10. *Hardy, M.R., & Saunders, Quantitative Enterprise Risk Management in Higher Education. Cambridge University Press, 2022.- p.395.*

МРНТИ 14.01.45

<https://doi.org/10.51889/2959-5762.2025.86.2.003>

Сахипов А.А.,^{1,2*}  Байдильдинов Т.Ж.³ 

¹Евразийский национальный университет имени Л.Н.Гумилева, г.Астана, Казахстан

²Astana IT University, г.Астана, Казахстан

³Казахский национальный педагогический университет им. Абая, г.Алматы, Казахстан

ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОЦЕССОВ ПОВЫШЕНИЯ КВАЛИФИКАЦИИ ПЕДАГОГОВ КАЗАХСТАНА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ БЛОКЧЕЙН ПЛАТФОРМЫ

Аннотация

В современном образовательном контексте, где важным становится непрерывное обучение и повышение квалификации сотрудников в учебной среде, применение инновационных технологий представляет значимый интерес, поэтому актуальность данного исследования обусловлена необходимостью оценки эффективности использования платформы с элементами блокчейн технологии для повышения квалификации педагогов. Целью статьи является проведение комплексного исследования эффективности платформы для повышения квалификации педагогов с использованием блокчейн-технологий в Казахстане. Для достижения указанной цели был применён комбинированный исследовательский подход, включающий качественные и количественные методы анализа. В результате сравнения производительности, энергопотребления и стойкости к атакам был предложен рекомендуемый алгоритм консенсуса для внедрения в систему блокчейн с целью повышения эффективности образовательного процесса. Проведение симуляций на платформах с использованием многоагентных моделей позволили оценить производительность системы, задержки транзакций и пропускную способность при различных нагрузках и объёмах данных. Результаты исследования устойчивости блокчейн платформы к различным атакам позволили определить меры по обеспечению безопасности и целостности сети блокчейн. Проведение симуляций различных сценариев исполнения смарт-контрактов позволили оценить их производительность, стабильность и безопасность, а моделирование механизмов принятия решений и голосования в блокчейн платформе позволило оценить эффективность, прозрачность и справедливость системы управления. Полученные результаты позволяют сделать вывод о высокой эффективности использования платформы с элементами блокчейн технологии для повышения квалификации педагогов в Казахстане. Само исследование вносит вклад в развитие образования и педагогической практики, предоставляя новые возможности для повышения качества образования и профессиональной подготовки преподавателей.

Ключевые слова: образовательные технологии, повышение квалификации, блокчейн технология, многоагентное моделирование, система управления.

А.А.Сахипов^{1,2*}, Т.Ж.Байдильдинов³

¹Л.Н.Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Астана қ., Қазақстан

²Astana IT University, Астана қ., Қазақстан

³Абай атындағы Қазақ ұлттық педагогикалық университеті, Алматы қ., Қазақстан

БІЛІМ БЕРУ БЛОКЧЕЙН ПЛАТФОРМАСЫН ПАЙДАЛАНА ОТЫРЫП ҚАЗАҚСТАН ПЕДАГОГТЕРІНІҢ БІЛІКТІЛІГІН АРТТЫРУ ПРОЦЕСТЕРІН ОҢТАЙЛАНДЫРУ

Аңдатпа

Оқу ортасында қызметкерлерді үздіксіз оқыту және біліктілігін арттыру маңызды болып табылатын қазіргі білім беру контекстінде инновациялық технологияларды қолдану маңызды қызығушылық тудырады, сондықтан бұл зерттеудің өзектілігі мұғалімдердің біліктілігін арттыру үшін блокчейн технологиясы элементтері бар платформаны пайдалану тиімділігін бағалау қажеттілігіне байланысты. Мақаланың мақсаты Қазақстанда блокчейн-технологияларды пайдалана отырып, педагогтердің біліктілігін арттыру үшін платформаның тиімділігіне кешенді зерттеу жүргізу болып табылады. Осы мақсатқа жету үшін талдаудың сапалық және сандық әдістерін қамтитын аралас зерттеу тәсілі қолданылды. Өнімділікті, қуат тұтынуды және шабуылға төзімділікті салыстыру нәтижесінде білім беру процесінің тиімділігін арттыру мақсатында жүйеге блокчейнді енгізу үшін ұсынылған консенсус алгоритмі ұсынылды. Мультиагентті модельдерді қолдана отырып, платформаларда модельдеу жүйенің өнімділігін, транзакцияның кешігуін және әртүрлі жүктемелер мен деректер көлеміндегі өткізу қабілеттілігін бағалауға мүмкіндік берді. Блокчейн платформасының әртүрлі шабуылдарға төзімділігін зерттеу нәтижелері блокчейн желісінің қауіпсіздігі мен тұтастығын қамтамасыз ету шараларын анықтауға мүмкіндік берді. Ақылды келісімшарттарды орындаудың әртүрлі сценарийлерін модельдеу олардың өнімділігін, тұрақтылығы мен қауіпсіздігін бағалауға мүмкіндік берді, ал блокчейн платформасында шешім қабылдау және дауыс беру механизмдерін модельдеу басқару жүйесінің тиімділігін, ашықтығы мен әділдігін бағалауға мүмкіндік берді. Алынған нәтижелер Қазақстандағы педагогтердің біліктілігін арттыру үшін блокчейн-технология элементтері бар платформаны пайдаланудың жоғары тиімділігі туралы қорытынды жасауға мүмкіндік береді. Зерттеудің өзі білім беру сапасы мен оқытушылардың кәсіби дайындығын арттыруға жаңа мүмкіндіктер бере отырып, білім беру мен педагогикалық практиканың дамуына үлес қосады.

Түйін сөздер: білім беру технологиялары, біліктілікті арттыру, блокчейн технологиясы, көп агентті модельдеу, басқару жүйесі.

Sakhipov A.^{1,2*}, Baidildinov T.³

¹ Eurasian National University named after L.N.Gumilyov, Astana, Kazakhstan

²Astana IT University, Astana, Kazakhstan

³ Abai Kazakh National Pedagogical University, Almaty, Kazakhstan

OPTIMIZATION OF THE PROFESSIONAL DEVELOPMENT PROCESSES OF TEACHERS IN KAZAKHSTAN USING THE EDUCATIONAL BLOCKCHAIN PLATFORM

Abstract

In a modern educational context, where continuous learning and professional development of employees in the learning environment becomes important, the use of innovative technologies is a necessity. Therefore, the research relevance is determined by the need to assess the effectiveness of using a platform with elements of blockchain technology for the professional development of teachers. The research aims to conduct a comprehensive study of the effectiveness of a platform for teachers' professional development using blockchain technology in Kazakhstan. To achieve this goal, a combined research approach was applied, including qualitative and quantitative methods of analysis. As a result of the comparison of performance, energy consumption and resistance to attacks, a recommended consensus algorithm was proposed for implementation in the blockchain system to improve the efficiency of the educational process. Conducting simulations on platforms using multi-agent models allowed us to evaluate the system performance, transaction latency and throughput under different workloads and data volumes. The results of the study of blockchain platform resilience to various attacks allowed us to identify measures to ensure the security and integrity of the blockchain network. Simulations of different scenarios of smart contract execution allowed to evaluation of their performance, stability and security, and the modelling of decision-making and voting mechanisms in the blockchain platform allowed to evaluation of the efficiency, transparency, and fairness of the governance system. The results

obtained allow us to conclude that the use of a platform with elements of blockchain technology for the professional development of teachers in Kazakhstan is highly effective. The study itself contributes to the development of education and pedagogical practice by providing new opportunities for improving the quality of education and teacher professional development.

Keywords: educational technologies, advanced training, blockchain technology, multi-agent modeling, control system.

Введение. В современном образовании важно постоянное обучение и повышение квалификации учителей, чтобы эффективно отвечать на быстро меняющиеся требования образовательной среды. Также наблюдается стремление к постоянному профессиональному росту и повышению квалификации преподавателей, особенно в Казахстане. В связи с этим, применение инновационных технологий в образовании становится предметом значительного интереса. Одной из таких технологий является блокчейн, который предоставляет новые возможности для обеспечения безопасности данных и повышения эффективности образовательных процессов. Важно обеспечивать доступ педагогов к инновационным образовательным практикам и технологиям, чтобы они могли эффективно реагировать на изменения в требованиях и ожиданиях обучающихся, а также лучше соответствовать современным образовательным стандартам.

Некоторые исследования уже были посвящены применению блокчейн технологии в образовании. К примеру, Y. Shakan и др. исследовали возможности использования блокчейн технологии для верификации официальных документов об образовании [1]. В статье представлен прототип платформы UniverCert на основе децентрализованной, открытой версии блокчейн технологии Ethereum. Предлагаемая платформа основана на глобально распределённой одноранговой сети, которая позволяет образовательным учреждениям сотрудничать с сетью блокчейнов, отслеживать данные учащихся, проверять успеваемость и обмениваться документами с другими заинтересованными сторонами. С. Темирханова и др. рассматривали свойства блокчейна как возможность запускать различные инновационные образовательные приложения [2]. Основное внимание в исследовании уделялось потенциальным учебным платформам и их использованию для решения определённых образовательных проблем. Авторы также рассматривали особенности блокчейн технологии и предложили некоторые современные приложения для использования данной технологии. Ж. Нурбекова и др. занимались разработкой концептуальной базы онлайн платформы экспертизы учебников [3]. Они определили цель и содержание в электронной платформе экспертизы учебного контента и образовательных ресурсов, архитектуру онлайн платформы и её внутренний контур, в который входит модуль блокчейн. Также они привели этапы создания электронной платформы, учитывая её различные технические характеристики. А. Кариев исследовал эффективность курсов повышения квалификации для педагогических кадров в Казахстане [4]. Он разработал рекомендации для совершенствования образовательных программ повышения квалификации педагогов на основе изучения международного опыта. А. Асаинова и др. описали использование онлайн-технологий в повышении квалификации преподавателей по цифровым навыкам в период пандемии [5]. В статье описана актуальность проблемы, которая заключается в недостаточном уровне развития цифровых навыков у педагогов во время обучения в период карантина. Е. Артыкбаева и др. Рассматривали проблему подготовки преподавателей вузов к реализации дистанционных образовательных технологий в высшем профессиональном образовании. Дистанционные образовательные технологии имеют огромный потенциал в повышении качества и доступности профессионального образования Казахстана [6]. Эффективность дистанционных образовательных технологий зависит от степени реализации нормативно-правового обеспечения, цифрового образовательного контента, инфраструктуры и программного обеспечения. Однако, главным фактором является готовность преподавательского состава к их применению.

Основные положения. Цель данной статьи заключается в проведении исследования и анализа производительности платформы для повышения квалификации преподавателей в

Казахстане с использованием блокчейн-технологий. Проблематика исследования связана с оценкой эффективности использования платформы с элементами блокчейн технологии для повышения квалификации педагогов в Казахстане. Существует необходимость в проведении комплексного исследования, которое позволит определить преимущества и ограничения данной технологии в контексте образования. В данном исследовании решены определённые проблемы, которые не были решены в прежних исследованиях. Например, недостаточное внимание эффективности использования платформы с элементами блокчейн технологии для повышения квалификации педагогов, отсутствие детального изучения влияния блокчейн технологии на образовательный процесс, недостаточное внимание взаимодействию блокчейн платформы с другими системами образования и необходимость определения рекомендуемого алгоритма консенсуса для внедрения в блокчейн-систему с целью повышения эффективности образовательного процесса.

Материалы и методы. Методология исследования включает использование комбинированного подхода, который состоит из качественных и количественных методов исследования, для более полного и всестороннего изучения эффективности использования платформы с элементами блокчейн технологии для повышения квалификации педагогов в Казахстане.

Качественные методы предусматривают использование кейс-стади и анализ документов. Кейс-стади позволил более глубоко исследовать конкретные случаи внедрения блокчейн технологии в систему повышения квалификации педагогов, выявить проблемы и особенности, с которыми сталкиваются пользователи, а также определить преимущества платформы. Анализ документов позволил рассмотреть уже существующие материалы и данные, связанные с использованием блокчейн технологии в образовании, например, отчёты о результатах тестирования платформы, статистику активности пользователей и другие документы, которые были доступны относительно использования технологии в различных образовательных учреждениях.

Количественные методы включают компьютерное моделирование и симуляции с использованием многоагентных моделей. Компьютерное моделирование позволило сравнить производительность, энергопотребление и стойкость к атакам различных алгоритмов консенсуса, таких как Proof of Work, Proof of Stake, Delegated Proof of Stake, что помогло определить рекомендуемый алгоритм для внедрения в блокчейн-систему. Компьютерное моделирование с использованием Repast Simphony позволило исследовать масштабируемость платформы с увеличением количества транзакций и участников, провести симуляции при различных нагрузках и объёмах данных и оценить производительность системы, задержки транзакций и пропускную способность. Симуляции атак, таких как 51%-ная атака, Sybil-атаки и атаки на узлы, помогли исследовать устойчивость блокчейн платформы к различным видам атак и оценить их влияние на целостность и безопасность сети блокчейн. Симуляции различных сценариев исполнения смарт контрактов позволили оценить их производительность, стабильность и безопасность. Компьютерное моделирование механизмов принятия решений и голосования в блокчейн платформе позволило оценить эффективность, прозрачность и справедливость системы управления.

Используя эти методы, удалось получить ценную информацию о взаимодействии платформы с преподавателями и обучающимися, о демонстрируемых ею результатах, а также выявить её сильные и слабые стороны. В свою очередь, это позволило составить рекомендации по дальнейшему улучшению платформы и её эффективности в повышении квалификации педагогов.

В качестве материалов были проанализированы стандартные документы, описывающие эффективность использования платформ для повышения квалификации педагогов с элементами блокчейн-технологий, использованы научные статьи, которые рассматривают проблемы и решения данной области, изучены различные блокчейн платформы, а также написан код на языке Java с помощью Repast Simphony и Relogo, использованы материалы, предоставленные НАО "Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева" и

блокчейн платформой "Blockchain study", включая информацию о реализации платформы с элементами блокчейн технологии для повышения квалификации педагогов в Казахстане [7].

Все собранные данные и результаты данных методов были синтезированы и проанализированы, что позволило сделать обоснованные выводы об эффективности использования платформы с элементами блокчейн технологии для повышения квалификации преподавателей в Казахстане.

Результаты. Использование блокчейн-технологий в платформах для повышения квалификации преподавателей и анализ их производительности необходимы из-за непрерывного обучения и повышения квалификации педагогов в Казахстане. Для этого было проведено комплексное исследование эффективности данных платформ и применён комбинированный подход, состоящий из качественных и количественных методов.

Для проведения анализа, было сделано компьютерное моделирование (симуляция) блокчейн платформы "Blockchain study". На данной платформе можно получать определённые знания, зарабатывать монеты и менять их на цифровой сертификат с транскриптом успеваемости пользователя, все личные данные которого защищены, так как портал построен на базе блокчейн технологии [8].

Для достижения поставленной цели, первым шагом было проведено сравнение производительности, энергопотребления и стойкости к атакам разных алгоритмов консенсуса, таких как PoW (Proof of Work), PoS (Proof of Stake) и DPoS (Delegated Proof of Stake) для будущих рекомендаций внедрения в систему блокчейн. Для проведения этого сравнения необходимо было использовать многоагентные платформы для симуляции и моделирования. Что касается упомянутых алгоритмов, то PoW – это консенсус-протокол, который требует от участников сети решать сложные математические задачи с высокой вычислительной сложностью, а доказательство выполнения работы достигается майнингом, то есть, путём поиска хеша, соответствующего определённым критериям, что также требует значительных вычислительных ресурсов и энергопотребления. PoS – это консенсус-протокол, в котором участники сети ставят свои монеты в залог в качестве гарантии соблюдения правил и поддержания безопасности сети, а при выборе следующего блока для добавления в блокчейн участники выбираются случайным образом, пропорционально количеству монет, которыми они владеют. DPoS – это разновидность протокола Proof of Stake, в котором участники делегируют свои монеты третьим лицам, то есть делегатам, для участия в процессе принятия решений и создании блоков, где вместо выбора следующего блока случайным образом, делегаты выбираются голосованием. Сравнение данных алгоритмов показало, что преимущество PoS заключается в уменьшении энергопотребления по сравнению с PoW, а DPoS имеет низкое энергопотребление и повышенную производительность по сравнению с PoW и PoS. Также, PoW обеспечивает высокую производительность сети, поскольку каждый участник, решая сложные задачи, конкурирует за право добавить следующий блок в блокчейн. Однако, это требует больших вычислительных ресурсов и может быть эффективным только при наличии большого количества участников. PoS и DPoS предлагают более эффективные способы достижения консенсуса. PoS позволяет выбирать следующий блок случайным образом, а его производительность зависит от количества монет, которыми владеют участники блокчейна. DPoS использует голосование делегатов для определения следующего блока, что повышает производительность и уменьшает время создания блоков. PoW имеет высокое энергопотребление из-за необходимости выполнения сложных вычислений для решения математических задач. В PoW майнеры должны использовать большое количество электроэнергии для поддержания сети и выполнения вычислений, что может привести к значительному использованию энергии и негативному воздействию на окружающую среду. PoS и DPoS требуют значительно меньшего энергопотребления по сравнению с PoW, поскольку эти протоколы используют стейкинг монет, а не вычислительные задачи для достижения консенсуса, они требуют только небольшого объёма энергии для поддержания работы сети.

Для портала "Blockchain study": если важна высокая производительность и гарантированная стойкость к атакам, но есть готовность пожертвовать некоторым энергопотреблением, то протокол PoW может быть правильным выбором [9]. Он обеспечивает высокую стойкость к атакам, так как требует контроля более 50% вычислительной мощности сети. Хотя PoW имеет большое энергопотребление, современные проекты по разработке блокчейна могут использовать оптимизированные алгоритмы, чтобы уменьшить его влияние на окружающую среду. Если же важно уменьшить энергопотребление и повысить эффективность протокола, несмотря на компромисс в стойкости к атакам, то протоколы PoS или DPoS могут быть предпочтительными. PoS позволяет участникам сети ставить свои монеты в стейкинг и решать, кто будет создавать новые блоки. DPoS, с другой стороны, использует систему делегатов, которые выбираются голосованием и отвечают за создание блоков. Оба протокола имеют низкое энергопотребление и обеспечивают высокую производительность.

Вторым шагом было исследование того, как блокчейн платформа масштабируется с увеличением количества транзакций и участников. Участники, в данном случае, включают в себя менторов курса (преподавателей), слушателей курсов повышения квалификации (обучающихся) и систему блокчейн. Для более глубокого анализа, оценки производительности системы, задержек транзакций и пропускной способности было проведено компьютерное моделирование с использованием многоагентных моделей. Для этой цели были выбраны инструменты Repast Symphony и Relogo, которые позволили разработать модель работы системы блокчейн и провести симуляции различных нагрузок и объемов данных. Repast Symphony – это фреймворк для моделирования и симуляции мультиагентных систем, который предоставляет инструменты и библиотеки для создания моделей и симуляций, где агенты взаимодействуют друг с другом и окружающей средой.

Проведение компьютерного моделирования включало в себя моделирование роста нагрузки на сервер при увеличении количества пользователей и курсов. Для этой цели была разработана и настроена модель на основе языка программирования Java и фреймворка Repast Symphony. Модель представляет взаимодействие между серверами, пользователями и курсами, а также моделирует динамику изменения нагрузки на сервер при росте числа пользователей и курсов. Параметры моделирования включают: users (пользователи), mentors (наставники), admins (администраторы), courses (курсы), course-capacity (вместимость курсов). В моделировании взаимодействие между пользователями, серверами и курсами представлено следующим образом: пользовательская роль и действия, взаимодействие с сервером, взаимодействие с курсом. Код класса UserAgent определяет роли пользователей: user, mentor, admin, course и course_capacity, а метод process() содержит различные логические сценарии для разных ролей пользователей. Класс Server содержит методы processInteraction(UserAgent user) и changeLoad(int amount), моделирующие взаимодействие с сервером и изменение его нагрузки, а в методе processInteraction() сервер отправляет данные пользователю. Класс Course содержит метод processInteraction(UserAgent user), который представляет взаимодействие пользователя с курсом.

Возможные процессы в данной модели: пользовательские действия, действия сервера, действия курса, дополнительные действия для разных ролей. Сначала пользователь открывает платформу, выбирает курс, записывается на курс, просматривает материалы курса. Далее сервер обрабатывает взаимодействие с пользователем, а нагрузка на сервер изменяется в зависимости от действий. Затем курс взаимодействует с пользователем, предоставляя материалы или задания. Потом наставник открывает платформу и проводит курс, а администратор открывает платформу и управляет курсами и пользователями.

Общий результат выполнения программы зависит от созданных экземпляров всех классов, а также от логики внутри методов. Вывод программы содержит сообщения о том, какие действия выполняются в соответствии с ролями пользователей и их состоянием (авторизованный или активированный аккаунт).

Ниже показаны ключевые фрагменты кода к разработанной модели:

```
public class UserAgent {
    public void process() {
        if (role == Role.USER) {
            if (authorized) {
                if (accountActivated) {
                    // Взаимодействие с сервером и курсом:
                    Server server = new Server();
                    Course course = new Course();
                    server.processInteraction(this);
                    course.processInteraction(this);
                }
                else { /* Активация аккаунта */ }
            }
            else { /* Ошибка входа */ }
        }
        else if (role == Role.MENTOR) { /* Логика для наставника курсов */ }
        else if (role == Role.ADMIN) { /* Логика для администратора курсов */ }
        else if (role == Role.COURSE) { /* Логика для курсов */ }
        else if (role == Role.COURSE_CAPACITY) { /* Логика для вместимости курсов */ }
    }
}

public enum Role {
    USER, MENTOR, ADMIN, COURSE, COURSE_CAPACITY
}

public class Server {
    public void processInteraction(UserAgent user) { /* Обработка взаимодействия с
пользователем */ }
    public void changeLoad(int amount) {
        load += amount;
        System.out.println("Изменение нагрузки на сервере: " + load);
    }
}

public class Course {
    public void processInteraction(UserAgent user) { /* Взаимодействие с пользователем */ }
}
```

Рисунок 1 - Фрагмент кода на Java с использованием Repast Symphony

Класс UserAgent представляет различные роли пользователей, взаимодействующих с системой, класс Server моделирует взаимодействие с серверами, а класс Course представляет взаимодействие с курсами. Вывод программы будет зависеть от значений, которые указаны для роли, авторизации и активации аккаунта. Если указать пользователя с авторизованным и активированным аккаунтом, то результат будет следующим (рис. 2):

Пользователь открывает платформу Пользователь выбирает курс Пользователь записывается на курс Сервер обрабатывает взаимодействие с пользователем Курс взаимодействует с пользователем

Рисунок 2 - Результат работы программы на Java

При указании неавторизованного пользователя, вывод будет следующим: "Отображает страницу входа с сообщением об ошибке"; при указании наставника – "Наставник открывает платформу", "Наставник проводит курс"; администратора – "Администратор открывает платформу", "Управление курсами и пользователями"; учебного курса – "Учебный курс открывается", "Просмотр материалов курса"; вместимости курса – "Отображает информацию о вместимости курса".

По результатам, полученным в ходе компьютерного моделирования выяснилось, что нагрузка на сервер растёт с увеличением количества пользователей и добавлением новых курсов. То есть, чем больше пользователей и курсов на платформе, тем больше нагрузка на эту платформу.

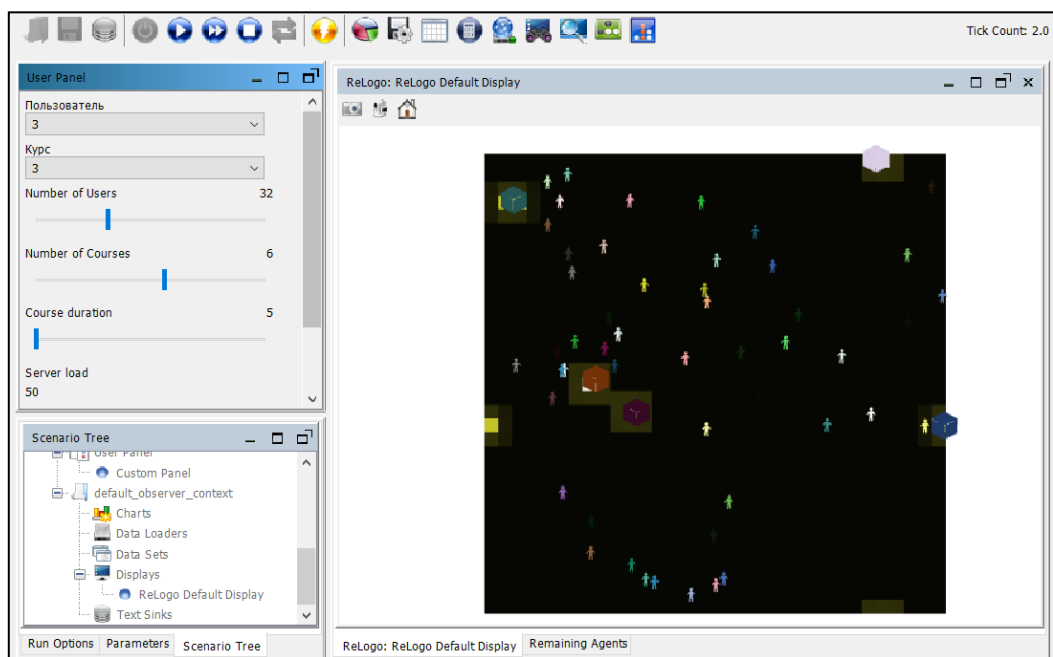


Рисунок 3 - Результаты моделирования в отдельном окне

Для того, чтобы обеспечить эффективность и надёжность работы сервера при увеличении количества пользователей и курсов, рекомендуется принять определённые меры. Например, можно масштабировать серверную инфраструктуру, что обеспечит пропускную способность сети и достаточные вычислительные ресурсы. Также можно оптимизировать код и архитектуру, проводить их анализ для выявления проблем, использовать эффективные алгоритмы и структуры данных для лучшей производительности. Кроме того, следует распределять нагрузку между серверами, с чем поможет балансировка нагрузки и горизонтальное масштабирование. Мониторинг и оперативная реакция помогут минимизировать негативные последствия, а применение различных мер защиты от потенциальных атак и несанкционированного доступа, использование современных методов шифрования данных и регулярное обновление защитных механизмов поможет в обеспечении надёжности сервера.

Третьим шагом было исследование устойчивости блокчейн платформы к различным атакам, таким как 51%-ная атака, Sybil-атаки, атаки на узлы и другие. При 51%-ной атаке злоумышленник получает контроль над более чем 50% вычислительной мощности сети блокчейна, что позволяет ему контролировать большинство узлов и манипулировать данными блокчейна, включая подтверждение транзакций и двойные траты. Такая атака может серьёзно подорвать доверие участников к системе блокчейна. В Sybil-атаке злоумышленник создаёт большое количество фальшивых идентичностей или узлов в сети блокчейна, что может использоваться для манипуляции результатами голосований или создания фальшивых транзакций. В случае блокчейн платформы, затронутой Sybil-атакой, контроль над децентрализованной сетью может быть захвачен фальшивыми узлами. Атаки на узлы направлены на узлы (ноды) сети блокчейна. Например, атаки на отказ (DDoS) могут привести к временным или постоянным проблемам доступности узлов, что может снизить эффективность работы сети.

Данные атаки были симулированы, также было оценено их влияние на целостность и безопасность сети блокчейн, а сама модель позволяет исследовать влияние атак на сервер и эффективность его защиты, применяя технологию блокчейн в качестве механизма обеспечения безопасности и защиты данных.

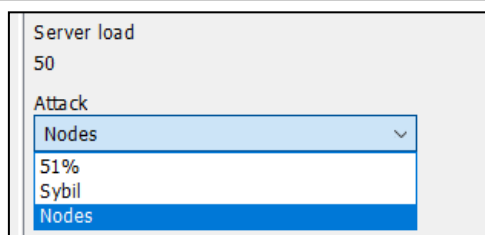


Рисунок 4 - Список атак

Данная модель предназначена для проведения исследований в области стабильности и надёжности серверов при воздействии атакующих сущностей. В ней взаимодействуют серверы, атакующие субъекты и Blockchain-сеть, которая служит для хранения и подтверждения безопасности данных.

В моделировании с использованием блокчейн технологии используются следующие параметры: number-stack-server, определяющий исходное количество серверов в системе; number-attack, определяющий исходное количество атакующих сущностей в системе; initial-blockchain-defense, определяющий начальный уровень защиты сервера; energy-attack, определяющий передаваемую каждой атакующей сущности энергию; attack-reproduce, определяющий вероятность размножения атакующих сущностей; required-defenses, определяющий количество поступающих атак для расчёта защищенности сервера.

Серверы успешно справляются с простыми атаками, которые характеризуются невысокой силой воздействия, поддерживая свою работоспособность и эффективно защищаясь от них.

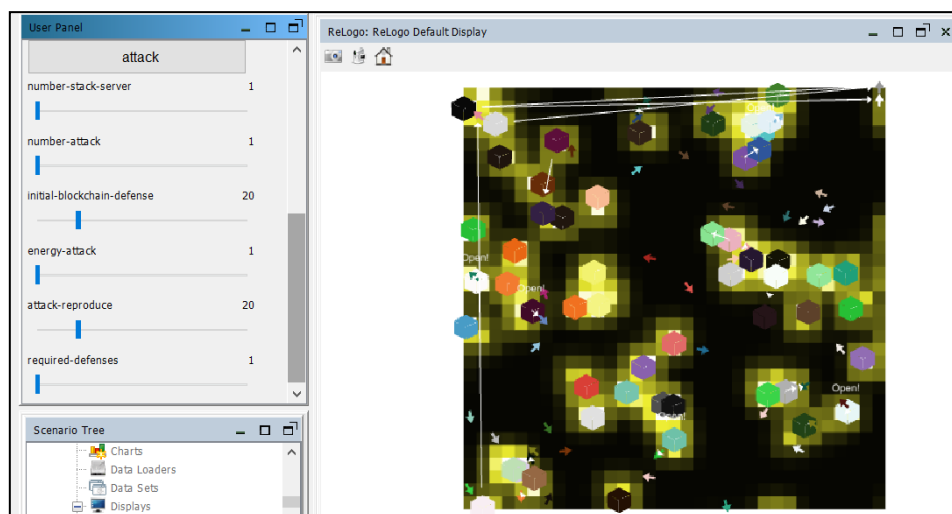


Рисунок 5 - Параметры атак

Далее было проведено моделирование с использованием более сильных атак, при которых серверы подвергались массовым воздействиям и силе, превышающей их защитные возможности. В результате серверы, не обладая достаточным уровнем защиты, неспособны выдержать такую нагрузку и становятся неработоспособными.

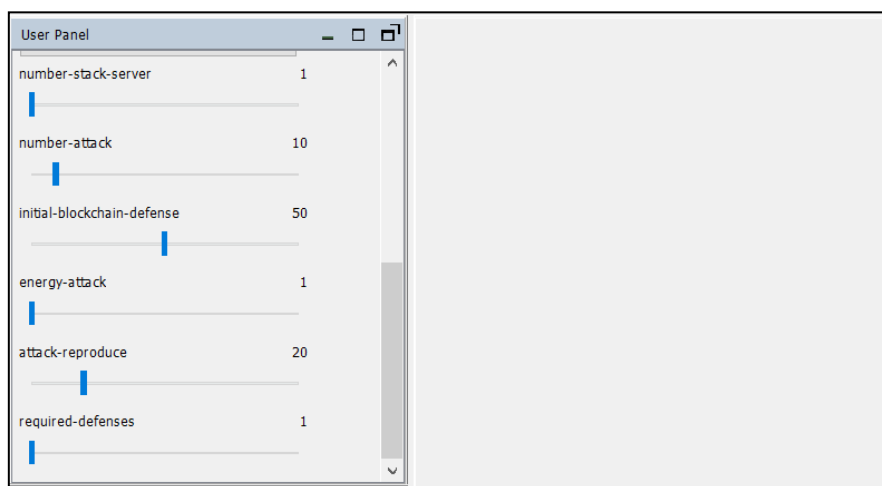


Рисунок 6 - Сбой системы при сильных атаках

Также, в результате моделирования были получены следующие выводы: блокчейн-технология продемонстрировала способность устойчиво справляться с 51%-ной атакой, обеспечивая сохранность целостности данных и надёжную защиту; Sybil-атаки были успешно обнаружены и обезврежены благодаря механизмам аутентификации и подтверждению в системе; атаки на узлы представлялись как попытки повредить отдельные узлы сети, но благодаря механизмам обнаружения и восстановления сети, сервера продолжали функционировать и поддерживать связь.

Для повышения эффективности защиты серверов были внесены соответствующие изменения в параметры модели, основываясь на возможностях блокчейн технологии. Способность выдерживать атаки и поддерживать работоспособность при большей нагрузке и сильных атаках достигается путём оптимизации параметров защиты, аутентификации и хранения данных на блокчейне, а также адаптации серверов к изменяющимся условиям.

Четвёртым шагом было исследование выполнения смарт-контрактов на блокчейн платформе. Смарт-контракт – это программный код, который выполняется и хранится на блокчейн платформе, содержит набор правил и условий для автоматического исполнения и проверки сделок или соглашений между участниками сети, без необходимости доверять третьей стороне. Также были смоделированы и протестированы различные сценарии исполнения смарт-контрактов, оценены их производительность, стабильность и безопасность.

На платформе "Blockchain study" смарт-контракты выполняются с использованием библиотеки SmartPy языка Python для написания смарт-контрактов для блокчейна Tezos. При выполнении смарт-контрактов на данной платформе производительность контрактов зависит от объёма и сложности операций, а также от текущей нагрузки на сеть блокчейна. Выполнение контрактов на блокчейне может занимать некоторое время из-за необходимости подтверждения каждой транзакции смарт-контракта сетью узлов. Стабильность выполнения смарт-контрактов зависит от стабильности самой платформы и используемой сети блокчейн. Если сеть блокчейна на платформе работает без сбоев и не подвержена атакам, то смарт-контракты будут выполняться стабильно. И что касается безопасности, то она зависит от качества написания контрактов и возможности их аудита. Неправильно разработанные смарт-контракты могут быть уязвимы для атак и эксплуатации. Поэтому важно следовать best practices в разработке смарт-контрактов и проводить аудит безопасности, чтобы убедиться в отсутствии уязвимостей.

Наконец, пятый шаг включает в себя исследование механизмов принятия решений и голосования в блокчейн платформе. Были проведены симуляции различных моделей управления и оценены их эффективность, прозрачность и справедливость.

На блокчейн платформе "Blockchain study" механизмы принятия решений и голосования основаны на использовании смарт-контрактов и механизмах консенсуса. Смарт-контракты позволяют создавать программные правила и условия для автоматического выполнения определённых действий или принятия решений. Принятие решений на платформе осуществляется через голосование. Участники, прошедшие курсы, могут отдавать от 50% от своих токенов за наилучшие курсы на платформе. Одна из особенностей блокчейна, на которой основана данная платформа, – это его прозрачность. Все транзакции и события, связанные с голосованием и принятием решений, регистрируются и доступны для просмотра всем участникам сети, что позволяет им проверить результаты голосования и убедиться в их точности и неподменности. Кроме того, блокчейн обеспечивает эффективность процесса принятия решений и голосования. Благодаря автоматическому исполнению смарт-контрактов и возможности автоматического подсчёта голосов, участники могут сократить время и усилия, затрачиваемые на традиционные процессы принятия решений, что могут быть долгими и сложными, требуя множества промежуточных шагов и участия различных сторон. Они могут включать в себя физические голосования, сбор и анализ бумажных голосов, а также ручной подсчёт результатов. Однако, блокчейн платформы, вроде "Blockchain study", предлагают эффективные и автоматизированные механизмы принятия решений. Смарт-контракты позволяют чётко определить правила голосования и автоматически выполнять их. Результаты голосования регистрируются на блокчейн, который обеспечивает прозрачность и неподменность данных, что позволяет значительно сократить время, затрачиваемое на сбор голосов и подсчёт результатов. Также исключается возможность человеческих ошибок или манипуляций с результатами. Участники могут легко проверить результаты голосования и быть уверены в их точности и справедливости. Таким образом, данная блокчейн платформа предлагает эффективные механизмы принятия решений и голосования, позволяющие сократить время и усилия, улучшить прозрачность и обеспечить справедливость процесса.

Такие платформы как "Blockchain study", можно использовать не только для самостоятельного обучения или учёбы онлайн, но и в различных университетах. Например, преподаватели НАО «Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева», ТОО «Astana IT University», НАО «Жетысуский университет им. И. Жансугурова» уже разместили свои курсы и используют блокчейн платформу в образовательном процессе [10]. Блокчейн платформы могут существенно улучшить процесс повышения квалификации педагогов в университетах, обеспечивая прозрачность, безопасность и эффективность. Благодаря тому, что блокчейн позволяет сохранять все учебные и профессиональные достижения и сертификаты педагогов в зашифрованной и надёжной форме, информация об их квалификации и достижениях будет надёжно защищена от подделок или вмешательства. Также блокчейн позволяет создавать цифровые сертификаты и аккредитовать учебные программы. Университет может выдавать цифровые сертификаты о прохождении определённых курсов или программ, что может быть особенно полезным при подтверждении квалификации педагогов. Сами же педагоги могут сохранять свои записи обучения, участия в вебинарах, конференциях и других профессиональных событиях на блокчейне, что позволит им легко отслеживать свой профессиональный рост и подтверждать его перед администрацией университета. Блокчейн платформы также могут внедрить систему стимулов, таких как токены или монеты, которые педагоги смогут зарабатывать за активное участие в образовательном процессе, преподавание курсов или вклад в развитие образовательной платформы. Благодаря блокчейн платформе педагоги могут сотрудничать в разработке образовательных материалов, исследований и публикаций. Смарт-контракты могут использоваться для автоматического распределения авторских вознаграждений и защиты интеллектуальной собственности. Университетские сообщества могут использовать блокчейн для принятия важных решений, таких как изменения в учебных планах или программе повышения квалификации, что позволит всем участникам сети прозрачно

участвовать в процессе. Педагоги легко получают доступ к обучающим материалам, курсам и ресурсам, предоставляемыми блокчейн платформой, что обеспечит более гибкий и доступный способ повышения их квалификации. Также блокчейн может использоваться для автоматизации процессов, связанных с оценкой и подтверждением прохождения курсов, что упрощает и ускоряет процесс обработки и подтверждения достижений.

Общие рекомендации по оптимизации процесса повышения квалификации педагогов с использованием блокчейн технологии включают в себя определённые параметры. Во-первых, можно создавать цифровые сертификаты и записи о квалификации педагогов на блокчейне. Это позволит создать надёжную систему верификации и подтверждения достижений педагогов, которую будет невозможно подделать, а каждый сертификат будет иметь уникальную цифровую подпись и записи будут храниться в неразрушимой и прозрачной форме. Во-вторых, следует использовать блокчейн для разработки децентрализованной платформы, на которой педагоги смогут обмениваться учебными материалами и опытом. Это поможет сделать процесс обучения более гибким и обеспечит более широкий доступ к актуальным образовательным ресурсам. В-третьих, голосование за курсы должны быть прозрачными и честными, без возможности манипуляций. Для этого нужно реализовать голосования за новые курсы среди педагогов через блокчейн платформу, что также позволит предоставлять участникам возможность выбора и внесения предложений. В-четвёртых, следует использовать блокчейн для хранения и управления данными о курсах, участниках и прогрессе обучения, поскольку это позволит участникам легко отслеживать свой успех, а организаторам – анализировать эффективность курсов. В-пятых, можно внедрить механизм стейкинга или вознаграждения педагогов за активное участие в образовательном процессе, где участники, которые вносят большой вклад в качество обучения, смогут получать токены или бонусы. Это будет стимулировать активность пользователей на блокчейн платформе. В-шестых, важно учитывать безопасное хранение данных. Для этого нужно уделять внимание обеспечению безопасности личных данных педагогов и учащихся при использовании блокчейна, где каждый участник будет иметь уникальный ключ доступа к своим данным, а хранение будет обеспечено криптографическими методами. В-седьмых, следует использовать смарт-контракты для автоматизации рутинных административных процессов, таких как регистрация на курсы, поскольку подтверждение участия и выдача сертификатов сэкономит время и ресурсы организаторов. В конечном итоге, можно внедрить систему оценок на основе блокчейна, где оценки будут записываться непосредственно на блокчейн. Это обеспечит прозрачность оценивания и предотвратит возможные манипуляции с оценками. В-девятых, следует создать глобальную платформу для обучения, на которой педагоги и учащиеся из разных стран смогут обмениваться знаниями и опытом, а блокчейн обеспечит безопасную глобальную инфраструктуру для обучения. Это будет способствовать совместному развитию и улучшению образовательного процесса.

Данные рекомендаций были успешно реализованы в блокчейн платформе "Blockchain study", что позволило оптимизировать процесс повышения квалификации педагогов, делая его более эффективным, прозрачным, безопасным и справедливым.

Обсуждение. Можно вспомнить результаты более ранних исследований. А. Наке и др. описали каким образом можно создать устойчивую и эффективную систему электронного обучения с помощью технологии блокчейн и интернета вещей [11]. В работе рассматриваются характеристики интернета вещей и вызовы, существующие в области электронного обучения. Авторы идентифицируют потенциальные функции, преимущества и прогрессивные методы использования интернета вещей в онлайн-образовании, а также рассматривают текущее и будущее состояние мира интернета вещей в контексте образования. Общие аспекты в том, что оба исследования фокусируются на применении новейших технологий, таких как блокчейн, для оптимизации и улучшения процессов обучения, а также затрагивают тему повышения квалификации педагогов, предлагают новые подходы для создания эффективных образовательных платформ и обращают внимание на важность

обеспечения безопасности данных и повышения эффективности обучения с использованием инновационных технологий. Различные аспекты в том, что в данной статье подробно описывается применение блокчейна для повышения квалификации педагогов и его влияние на процессы обучения, а второе – уделяет внимание интернету вещей и его применению для создания устойчивой образовательной системы. Также, данное исследование ориентировано на повышение квалификации педагогов в Казахстане, в то время как второе исследование обсуждает широкий контекст использования интернета вещей в образовании.

F.Loukil и др. провели систематический обзор литературы по применению блокчейн-технологий в образовании [12]. В статье описываются приложения блокчейна в образовании и преимущества его использования, рассматриваются проблемы, которые могут препятствовать его использованию в образовании, такие как юридические, проблемы неизменности и масштабируемости. Также описываются некоторые области исследований, которые могут быть затронуты в будущем. Результаты авторы выражали и анализировали в виде пузырьковых диаграмм. Общее в исследованиях то, что они оценивают применение блокчейн-технологий в образовательных контекстах, подчёркивают преимущества использования этих технологий в образовании, такие как повышенная прозрачность, безопасность данных и улучшенная верификация. А отличаются работы тем, что данное исследование фокусируется на преодолении проблем, связанных с повышением квалификации педагогов, в то время как другое исследование затрагивает юридические и масштабируемые проблемы применения блокчейна в образовании. Также, в данном исследовании подробно анализируются эффективность и преимущества платформы для повышения квалификации педагогов с использованием блокчейн, тогда как исследование 2021-го года включает визуализацию результатов с помощью пузырьковых диаграмм.

J. Shuhaimi и др. описали использование анализа настроений (SA) для анализа мнений учителей шестого класса по использованию новых технологий, включая блокчейн технологии, в управлении SBA, что означает систему оценки на основе блокчейн [13]. Исследование показало, что Microsoft Azure Machine Learning может эффективно создавать модели SA для аналитики данных на основе мнений различных учителей. Таким образом, оба исследования оценивают применение технологии блокчейн в образовательных контекстах и подчёркивают преимущества использования блокчейн-технологий. Однако, данное исследование сосредотачивается на моделировании различных характеристик определённой блокчейн платформы, в то время как другое исследование анализирует использование настроений для анализа мнений учителей по использованию технологий в управлении системой оценки на основе блокчейна.

S.Shahrin и др. описывали использование блокчейн-технологий для создания безопасной среды виртуальной реальности в техническом и профессиональном образовании [14]. Поскольку в современном мире актуальным является обучение онлайн, статья предлагает использование технологии блокчейн для обеспечения безопасности данных в области образования, помогая решить определённые проблемы, связанные с этим видом учёбы. Таким образом, оба исследования оценивают применение блокчейн-технологий в образовательных контекстах и подчёркивают преимущества использования этой технологии в улучшении образовательного процесса, а также рассматривают вопросы безопасности данных и улучшения эффективности образования через внедрение блокчейна. Однако, различия между исследованиями заключаются в том, что это исследование описывает процесс компьютерного моделирования для анализа результатов блокчейн платформы, в то время как другое исследование фокусируется на создании безопасной среды виртуальной реальности в техническом и профессиональном образовании, а акцент делается на решении проблем безопасности данных в образовании с помощью блокчейн технологии. В данном исследовании анализируются конкретные аспекты внедрения блокчейн технологии в процесс повышения квалификации педагогов, включая сохранение учебных достижений и прозрачность образовательных программ. В другом исследовании главное внимание

уделяется созданию безопасной среды виртуальной реальности с использованием блокчейн для устранения уязвимостей в обучении онлайн.

Н.Юношева и др. посвятили свою работу вопросу о необходимости повышения квалификации педагогических кадров в условиях реформы отечественного образования [15]. На основе обзора современной научной литературы авторы считают, что существует объективная необходимость совершенствования системы квалификации педагогов в целях обеспечения кадрового потенциала реформ. Они отмечают, что несмотря на наличие научных предпосылок разработки методологических основ повышения квалификации педагогов в условиях реформы образования, исследования, раскрывающие принципы и методы организации процесса повышения квалификации педагогов не отражены в казахстанской науке. Результаты исследования показали, что у студентов возникают трудности в нормативно-правовом, методическом и психолого-педагогическом направлениях. Общие аспекты между исследованиями в том, что они обращают внимание на необходимость повышения квалификации педагогических кадров, подчёркивают актуальность внедрения новых методов и технологий в образование, чтобы соответствовать требованиям образовательных реформ и обеспечить кадровый потенциал для успешной реализации изменений. Различия между исследованиями в том, что данное исследование более практическое, поскольку делает основной акцент на создании программы, симуляции и анализе платформы с элементами блокчейн технологии, тогда как другое исследование является более теоретическим, сконцентрировано на обзоре современной научной литературы и общих методологических аспектах.

Таким образом, все упомянутые исследования рассматривают использование блокчейн технологии в образовании с целью повышения эффективности, качества и безопасности образовательных процессов, подчёркивают преимущества блокчейна, такие как повышенная прозрачность и инновации. При этом, данное исследование сфокусировано на анализе конкретной платформы для повышения квалификации педагогов с использованием блокчейна в Казахстане, анализирует результаты использования платформы и её влияния на процесс повышения квалификации педагогов, а также оценивает как преимущества, так и недостатки использования блокчейн технологии в образовании.

Заключение. В данном исследовании были проанализированы различные исследования, посвященные использованию блокчейн технологии в образовательных контекстах, а также проведено комплексное исследование эффективности образовательной блокчейн платформы для повышения квалификации педагогов в Казахстане. Само исследование включало анализ и моделирование блокчейн платформы, а также составление рекомендаций по оптимизации процесса повышения квалификации педагогов.

Достигнуть цели исследования, которая включала в себя проведение анализа определённой платформы, помог комбинированный подход, включающий качественные и количественные методы. Было выявлено, что платформа действительно способствует улучшению образовательных процессов, повышению учебных достижений и стимулированию активной педагогической деятельности.

Основываясь на проведённом исследовании и анализе схожих исследовательских работ, можно выделить общие рекомендации для дальнейших усовершенствований в области применения блокчейн технологии в образовании. Первым делом следует разработать единый стандарт и нормативы для использования блокчейн технологии в образовании, что будет способствовать её более широкому внедрению и поможет создать единый подход к аутентификации документов, обмену данных и оценке успеваемости. Дальнейшие исследования лучше направить на более глубокое понимание влияния блокчейна на мотивацию и обучение студентов, а для выявления наиболее эффективных методов стоит изучать долгосрочные эффекты и результаты образовательных программ с использованием технологии блокчейн. Для успешной интеграции блокчейна в образовательный процесс необходимо обеспечить высокий уровень безопасности и конфиденциальности данных. Также, блокчейн технологии

можно применять в разных сферах образования, от высших учебных заведений до онлайн-курсов. Однако, важно адаптировать решения и платформы к различным образовательным контекстам, учитывая их особенности и потребности. Для успешной реализации блокчейн технологии в образовании необходимо обеспечить подготовку и обучение педагогического персонала. А сотрудничество с компаниями и индустрией может помочь лучше адаптировать образовательные программы к потребностям рынка труда. И наконец, важно продвигать идею использования блокчейн технологии в образовании среди образовательных учреждений, студентов и общественности. С учётом этих рекомендаций, дальнейшее развитие и внедрение блокчейн технологии в образовании может стать важным фактором улучшения качества обучения и обеспечения современных образовательных потребностей.

Можно сделать вывод, что блокчейн-технология представляет значимый потенциал для оптимизации образовательных процессов. Персонализация обучения, повышенная прозрачность и безопасность данных становятся реальностью благодаря этой инновационной технологии. Однако, несмотря на положительные аспекты, существуют технические, организационные и правовые аспекты, требующие дополнительных исследований.

Благодарность. Данное исследование финансируется Комитетом науки Министерства науки и высшего образования Республики Казахстан (Грант № AP19177277 «Проектирование и разработка платформы для повышения квалификации педагогов с элементами блокчейн технологии»).

Список использованной литературы:

1. Shakan Y., Kumalakov B., Mutanov G., Mamykova Z., Kistaubayev Y. Verification of University Student and Graduate Data using Blockchain Technology. *International Journal of Computers Communications & Control*. 16(5), 2021 DOI: <https://doi.org/10.15837/ijccc.2021.5.4266>
2. Темирханова С.Е., Коккоз М.М. Изучение технологии блокчейн и ее потенциального применения в образовании. *Вестник Университета Шакарима. Серия технические науки*. 4(8), 2022. 56-63. DOI: [https://doi.org/10.53360/2788-7995-2022-4\(8\)-8](https://doi.org/10.53360/2788-7995-2022-4(8)-8)
3. Нурбекова Ж., Сагымбаева А., Байгушева К., Найманова, Досымбек Д. Сараптау электрондық платформасының тұжырымдамалық негіздері. *Абай атындағы ҚазҰПУ Хабаршысы, «Физика-математика ғылымдары» сериясы*. 78(2), 2022 228–236. DOI: <https://doi.org/10.51889/2022-2.1728-7901.28>
4. Кариев А., Сапиева М., Топанова Г. Исследование эффективности курсов повышения квалификации педагогических кадров в Казахстане. *Педагогика и психология*. 2(51), 2022. 5–13. DOI: <https://doi.org/10.51889/2022-2.2077-6861.01>
5. Асаинова А., Абыкенова Д., Макарихина И. Онлайн-технологии в повышении квалификации преподавателей по цифровым навыкам в период пандемии COVID-19. *Вестник Торайгыров университета, «Педагогическая серия»*. 4, 2021. 64-75. DOI: <https://doi.org/10.48081/RIYQ4761>
6. Артыкбаева Е., Бактыбаев Ж., Тусубаева Ж. и Арыстанова А. Готовность преподавателей к внедрению дистанционных образовательных технологий в высшем образовании. *Вестник КазНПУ имени Абая, Серия «Физико-математические науки»*. 69(1), 2021. 280–285. DOI: <https://doi.org/10.51889/2020-1.1728-7901.49>
7. Сахипов А.А., Ермаганбетова М.А., Байдильдинов Т.Ж. Исследование практических аспектов внедрения блокчейн технологии в высших учебных заведениях. *Вестник КазНПУ имени Абая, серия «Педагогические науки»*. 73(1), 2022. 64–76. DOI: <https://doi.org/10.51889/2022-1.1728-5496.07>
8. Sakhipov A., Yermaganbetova M. An educational portal with elements of blockchain technology in higher education institutions of Kazakhstan: opportunities and benefits, *Global Journal of Engineering Education*, 24(2), 2022. p. 149-154, WIETE.
9. Сахипов А.А., Ермаганбетова М.А., Байдильдинов Т.Ж. Разработка модели образовательного портала с элементами блокчейн технологии для применения в высших учебных заведениях. *Вестник КазНПУ имени Абая, серия «Педагогические науки»*. 74(2), 2022. 114–127. DOI: <https://doi.org/10.51889/2022-2.1728-5496.13>
10. Образовательная блокчейн платформа «Blockchain Study» URL: <https://blockchainstudy.kz/>
11. Haque M. A., Haque S., Zeba S., Kumar K., Ahmad S., Rahman M., Marisennayya S., & Ahmed L. Sustainable and efficient E-learning internet of things system through blockchain technology. *E-Learning and Digital Media*, 21(3), 2024. 216-235. DOI: <https://doi.org/10.1177/20427530231156711>
12. Loukil F., Abed M. & Boukadi K. Blockchain adoption in education: a systematic literature review. *Educ Inf Technol* 26, 2021 5779–57971). DOI: <https://doi.org/10.1007/s10639-021-10481-8>
13. Shuhaimi J., Awang H., Jafar M. Understanding Attitudes Towards Blockchain-Based Assessment System: A Sentiment Analysis of Form Six Teachers' Views. *Journal of Contemporary Social Science and Education Studies (JOCSSSES) E-ISSN- 2785-8774*, 3(1), 2023. 129–140. DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.10185508>

14. Shahrin S., Rosli A., Ab Hadi M.H.J., & Awang, H. A Theoretical Framework of Secure Environment Of Virtual Reality Application in Tertiary TVET Education using Blockchain Technology. *Journal of Contemporary Social Science and Education Studies (JOCSSSES)* E-ISSN- 2785-8774, 1(1),2021. 39–46. DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.10317151>

15. Юношьева Н., Тулекова Г., Антикеева С., Кударова Н. Ұлттық білім беруді реформалау жағдайында педагогтер біліктілігін арттырудың тиімділігі мәселесіне. *Вестник Торайғыров университета, «Педагогическая серия»*. 4,2022. 261-272. DOI: <http://dx.doi.org/10.48081/YOPV2150>

References:

1. Shakan Y., Kumalakov B., Mutanov G., Mamykova Z., Kistaubayev Y. Verification of University Student and Graduate Data using Blockchain Technology. *International Journal of Computers Communications & Control*. 16(5),2021. DOI: <https://doi.org/10.15837/ijccc.2021.5.4266>

2. Temirhanova S.E., Kokkoz M.M. Izuchenie tekhnologii blokchejn i ee potencial'nogo primeneniya v obrazovanii. *Vestnik Universiteta SHakarima. Seriya tekhnicheskie nauki*. 4(8),2022. 56-63. DOI: [https://doi.org/10.53360/2788-7995-2022-4\(8\)-8](https://doi.org/10.53360/2788-7995-2022-4(8)-8)

3. Nurbekova ZH., Sagimbaeva A., Bajgusheva K., Najmanova Dosymbek D. Saraptau elektrondyq platformasynyn tuzhyrymdamalyq negizderi. *Abaj atyndagy KazYPU Habarshysy, «Fizika-matematika gylymdary» seriyasy*. 78(2),2022. 228–236. DOI: <https://doi.org/10.51889/2022-2.1728-7901.28>

4. Kariiev A., Sapieva M., Topanova G. Issledovanie effektivnosti kursov povysheniya kvalifikacii pedagogicheskikh kadrov v Kazahstane. *Pedagogika i psihologiya*. 2(51),2022. 5–13. DOI: <https://doi.org/10.51889/2022-2.2077-6861.01>

5. Asainova A., Abykenova D., Makarihina I. Onlajn-tekhnologii v povyshenii kvalifikacii prepodavatelej po cifrovym navykam v period pandemii COVID-19. *Vestnik Torajgyrov universiteta, «Pedagogicheskaya seriya»*. 4,2021. 64-75. DOI: <https://doi.org/10.48081/RIYO4761>

6. Artykbaeva E., Baktybaev ZH., Tusubaeva ZH. i Arystanova A. Gotovnost' prepodavatelej k vnedreniyu distancionnyh obrazovatel'nyh tekhnologij v vysshem obrazovanii.. *Vestnik KazNPU imeni Abaya, Seriya «Fiziko-matematicheskie nauki»*. 69(1),2021. 280–285. DOI: <https://doi.org/10.51889/2020-1.1728-7901.49>

7. Sahipov A.A., Ermaganbetova M.A., Bajdil'dinov T.ZH. Issledovanie prakticheskikh aspektov vnedreniya blokchejn tekhnologii v vysshih uchebnyh zavedeniyah. *Vestnik Abai imeni KazNPU, seriya «Pedagogicheskie nauki»*. 73(1),2022. 64–76. DOI: <https://doi.org/10.51889/2022-1.1728-5496.07>

8. Sakhipov A., Yermaganbetova M. An educational portal with elements of blockchain technology in higher education institutions of Kazakhstan: opportunities and benefits, *Global Journal of Engineering Education*, 24(2),2022. p. 149-154, WIETE.

9. Sahipov A.A., Ermaganbetova M.A., Bajdil'dinov T.ZH. Razrabotka modeli obrazovatel'nogo portala s elementami blokchejn tekhnologii dlya primeneniya v vysshih uchebnyh zavedeniyah. *Vestnik KazNPU imeni Abaya, seriya «Pedagogicheskie nauki»*. 74(2),2022. 114–127. DOI: <https://doi.org/10.51889/2022-2.1728-5496.13>

10. *Obrazovatel'naya blokchejn platforma «Blockchain Study»* URL: <https://blockchainstudy.kz/>

11. Haque M. A., Haque S., Zeba S., Kuma K., Ahmad S., Rahman M., Marisennayya S., & Ahmed L. Sustainable and efficient E-learning internet of things system through blockchain technology. *E-Learning and Digital Media*, 21(3),2024. 216-235. DOI: <https://doi.org/10.1177/20427530231156711>

12. Loukil F., Abed M. & Boukadi K. Blockchain adoption in education: a systematic literature review. *Educ Inf Technol* 26,2021. 5779–57971). DOI: <https://doi.org/10.1007/s10639-021-10481-8>

13. Shuhaimi J., Awang H., Jafar M. Understanding Attitudes Towards Blockchain-Based Assessment System: A Sentiment Analysis of Form Six Teachers' Views. *Journal of Contemporary Social Science and Education Studies (JOCSSSES)* E-ISSN- 2785-8774, 3(1),2023. 129–140. DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.10185508>

14. Shahrin S., Rosli A., Ab Hadi M.H.J., & Awang H. A Theoretical Framework of Secure Environment Of Virtual Reality Application in Tertiary TVET Education using Blockchain Technology. *Journal of Contemporary Social Science and Education Studies (JOCSSSES)* E-ISSN- 2785-8774, 1(1),2021. 39–46. DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.10317151>

15. Ynosheva N., Tulekova G., Antikeeva S., Kударова N. Yltyq bilim berudi reformalau zhagdayynda pedagogter biliktiligini arttyrudyn tiimdiligini maselesine. *Vestnik Torajgyrov universiteta, «Pedagogicheskaya seriya»*. 4,2022. 261-272. DOI: <http://dx.doi.org/10.48081/YOPV2150>