

МЕТОДОЛОГИЯ И ТЕХНОЛОГИЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ В ЭПОХУ ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ

DOI: 10.24888/2500-1957-2025-1-78-85

УДК
378.146

УЧЁТ ДАННЫХ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТЕХНОЛОГИИ БЛОКЧЕЙН

Нестеренко Олег Евгеньевич

к.т.н.

vka@mil.ru

г. Санкт-Петербург

Оркин Вадим Витальевич

к.т.н.

vka@mil.ru

г. Санкт-Петербург

Ледянкин Иван Александрович

к.т.н.

vka@mil.ru

г. Санкт-Петербург

Антонов Дмитрий Александрович

к.т.н.

vka@mil.ru

г. Санкт-Петербург

Военно-космическая академия
им. А.Ф. Можайского

Военно-космическая академия
им. А.Ф. Можайского

Военно-космическая академия
им. А.Ф. Можайского

Военно-космическая академия
им. А.Ф. Можайского

Аннотация. В условиях реформирования системы высшего образования в Российской Федерации особую актуальность принимают вопросы выполнения отдельных требований и положений нормативных и правовых актов, связанных с цифровизацией и информатизацией процесса обучения и учёта его результатов. С целью повышения качества образования обучающихся в настоящий момент времени в образовательных учреждениях Российской Федерации интенсивно внедряются различные комплексы средств автоматизации и системы управления образованием. Проведённый авторским коллективом анализ открытых источников информации показал, что до сих пор не исключены случаи фальсификации документов об образовании с целью введения в заблуждение работодателей о фактической сформированности тех или иных компетенций сотрудника. Причиной данной проблемы является то, что зачастую в вузах учёт результатов обучения проводится «на бумаге» без использования средств информатизации, что не исключает возможности переоформления «задним числом» зачётных ведомостей и зачётных книжек обучающихся. В статье описан разработанный демонстрационный прототип автоматизированной системы учёта результатов промежуточной аттестации обучающихся в вузе. С целью исключения внесения изменений в учётные документы при разработке прототипа использовались возможности технологии blockchain (англ. цепочка блоков), которая доказала свою эффективность в вопросах сохранения целостности данных. Кроме этого, на основе опыта

внедрения других комплексов средств автоматизации были сформированы требования к системе учёта результатов промежуточной аттестации обучающихся в вузах. Применение разработанной системы повысит трудоёмкость внесения данных в систему задним числом до неприемлемого уровня, либо такая возможность будет исключена вовсе.

Ключевые слова: блокчейн, диплом, высшее образование, промежуточная аттестация.

Введение

Современный этап развития общества характеризуется повсеместным внедрением информационных технологий во все сферы жизни человека. Так в Российской Федерации с 17 октября 2009 года в соответствии с планом перехода на предоставление государственных услуг и исполнение государственных функций Федеральными органами исполнительной власти региональные и муниципальные услуги подлежат учёту в электронном виде (Распоряжение правительства «О плане перехода...», 2009). При этом Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки осуществляет формирование и ведение Федерального реестра сведений о документах об образовании и (или) о квалификации, документах об обучении (Федеральный закон «Об образовании в Российской Федерации», 2012; Постановление Правительства «О федеральной информационной системе...», 2021). Тем не менее, проведённый анализ открытых источников информации (Кассационное определение, 2023) указывает на то, что случаи фальсификации документов об образовании до сих пор не исключены.

Таким образом, задача по совершенствованию системы контроля и учёта документов об образовании не теряет своей актуальности.

Постановка задачи

В настоящее время в большинстве образовательных организаций Российской Федерации учёт результатов промежуточной аттестации осуществляется с помощью формализованных «физических» документов – экзаменационных ведомостей и зачётных книжек обучающихся в «бумажном» формате и могут дублироваться во внутренних автоматизированных системах (АС) управления образованием. Однако такой подход не исключает возможности реализации различных форм подмены информации с нарушением установленного порядка внесения изменений, таких как внесение записей в учётные документы «задним» числом и выдачи на их основании подложных документов об образовании.

Современные информационные технологии позволяют исключить возможность фальсификации различных сведений с помощью шифрования блоков данных, вносимых в автоматизированные системы. Такой подход, в наиболее общем виде, получил название блокчейн (англ. block chain – цепь из блоков) и подразумевает формирование непрерывной цепочки данных, внесение изменений в которую невозможно или имеет неприемлемую для злоумышленника трудоёмкость. Самой известной реализацией данной технологии является т.н. криптовалюта, где транзакции между виртуальными кошельками пользователей добавляются в непрерывную цепочку и шифруются, причём копии цепочки распределены между множеством узлов системы за счёт чего внесение изменений в блоки данных становится невозможным. За время существования наиболее популярной криптовалюты – Bitcoin, не было зафиксировано ни одного случая успешного внесения изменений в цепочку транзакций.

Вместе с тем происходит всё больше попыток использования технологии блокчейн в отличных от криптовалют сферах деятельности. Анализ открытых источников информации показал, что внедрение данной технологии не несёт серьёзных затрат на фоне получения таких преимуществ, как целостность, конфиденциальность и доступность, поэтому попытки её реализации осуществляются в секторе оказания финансовых услуг и торговли (Мальцева,

2019). Тем не менее, предпринимаются попытки реализовать систему учёта выданных дипломов о высшем образовании и их валидации (Мусапирова, 2016). Недостатком данной работы является использование существующей блокчейн-платформы (Ethereum), однако современный опыт показывает, что в любой момент времени доступ к данной системе может быть заблокирован по политическим или иным причинам. Кроме этого, хранение данных подразумевает в открытом виде и, соответственно, возникают известные трудности с хранением данных о дипломах, выданных вузами силовых структур и ведомств, таких как МО РФ, ФСБ, МЧС, МВД и прочими, а также гражданскими вузами, ведущими подготовку специалистов в интересах таких структур, либо для военно-промышленного комплекса, организаций, сопровождающих объекты уязвимой критической инфраструктуры (Росатом, РЖД, предприятия военно-промышленного комплекса).

Тем не менее, мировой опыт указывает на успешное построение цифровых систем учёта дипломов на основе технологии блокчейн в зарубежных образовательных организациях (Digital Diploma debuts at MIT, 2017). Практика функционирования различных автоматизированных систем в образовательных организациях и мировая практика внедрения технологии блокчейн в различные сферы деятельности показывает возможность учёта результатов образовательной деятельности с применением данной технологии (Gottlieb M., 2024; Rossi M., 2019, Casino F., 2019; Alammary A., 2019; Chen G. 2018; Grech A. 2017).

Таким образом, появляется возможность разработки архитектуры автоматизированной системы учёта результатов образовательной деятельности с применением технологии блокчейн.

Авторский коллектив предлагает хранить данные обо всех результатах промежуточных аттестаций обучающихся в автоматизированной системе, построенной на основе технологии блокчейн для исключения указанной возможности подлога в документах и автоматизации процесса учёта результатов образовательной деятельности. Кроме всего прочего, необходимо разработать архитектуру АС учёта результатов промежуточной аттестации обучающихся с целью последующего внедрения. Данный подход, помимо этого, позволит работодателю получить по запросу информацию об оценке сформированности конкретных компетенций работника.

Основой любой блокчейн-платформы является используемый механизм консенсуса: Proof-of-Work (POW, «доказательство работы») или Proof-of-Stake (POS, «доказательство ставки»). Недостатком POW является необходимость использования огромных вычислительных мощностей для поддержания работы систем, построенных на его основе, однако огромным преимуществом таких систем отмечается их децентрализованность (данный механизм используется блокчейн-платформой Bitcoin).

Для работы на основе механизма POS не требуется значительных вычислительных мощностей, но теряется преимущество в децентрализации, т.к. данные в систему добавляют заранее назначенные так называемые валидаторы.

Валидатор – это функциональный элемент POS блокчейн-платформы, предназначенный для первоначальной проверки поступающих от клиентских приложений блоков данных, их объединение, цифровую подпись и отправку другим валидаторам системы. Технически валидатор реализуется в форме программы для ЭВМ и должен выполняться на специальных выделенных средствах вычислительной техники, на которых реализованы расширенные средства защиты информации.

Способ выбора валидаторов определяет 2 основных «подвида» POS:

- на основе выборов делегатов – Delegated Proof of Stake (DPoS);
- на основе репутации и личности валидатора – Proof of Authority (PoA).

Архитектура автоматизированной системы учёта данных промежуточной аттестации обучающихся

Авторский коллектив предлагает для построения системы автоматизированной системы учёта данных промежуточной аттестации обучающихся использовать механизм PoA, т.к. данные в систему должны добавляться только аккредитованными и

подтвердившими свою личность узлами (деканаты (учебные части) вузов) во избежание внесения ложных сведений посторонними лицами. Кроме этого, не все вузы могут себе позволить эксплуатацию значительных вычислительных мощностей, необходимых для POW.

Блок данных, вносимых в систему учёта, может включать идентификационные данные обучающихся, результат промежуточной аттестации (оценка), наименование дисциплины, дату проведения экзамена (зачёта), сведения об экзаменаторах и операторе, внесшем информацию в систему.

Исходя из вышесказанного, предлагаемый алгоритм работы автоматизированной системы учёта данных промежуточной аттестации обучающихся основан на процессе добавления блоков в систему и состоит из нескольких этапов:

1. На основе результатов промежуточной аттестации, полученных из оценочных ведомостей, на существующих средствах вычислительной техники в вузах формируются отдельные блоки данных в формате XML (англ. eXtensible Markup Language – расширяемый язык разметки) или JSON (англ. JavaScript Object Notation – текстовый формат обмена данными, основанный на JavaScript).

2. Накопленные за определённый период времени блоки данных подписываются электронной подписью вуза и отправляются региональному или ведомственному валидатору. Он может быть построен на основе существующей инфраструктуры, т.к. для работы нет необходимости в привлечении значительных вычислительных мощностей. Однако, учитывая важность ключевой инфраструктуры валидатора, необходимо предусмотреть использование расширенных систем защиты информации.

3. Полученные блоки данных от вузов проверяются валидатором и сформированный из данных от нескольких вузов общий блок подписывается его цифровой подписью. После чего этот блок отправляется остальным валидаторам системы и добавляется в их локальные копии цепочки блоков.

4. Все валидаторы подтверждают успешное добавление блока в цепочку.

Предлагаемая архитектура представлена на рис. 1.

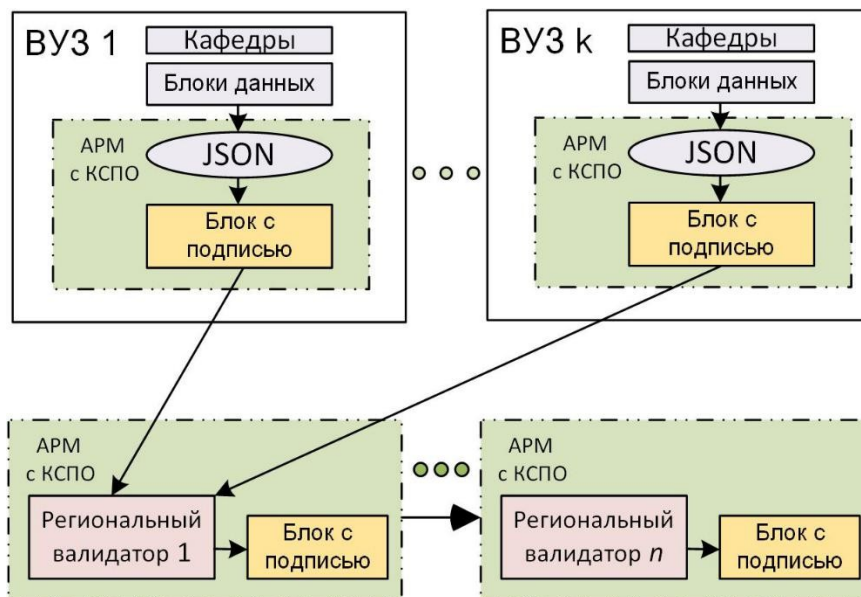


Рис. 1. Архитектура автоматизированной системы учёта данных промежуточной аттестации обучающихся

Как было сказано ранее, предполагается использование существующей инфраструктуры вычислительной техники и телекоммуникационных систем, на которую устанавливается дополнительный комплекс специального программного обеспечения (КСПО). КСПО, соответственно, состоит из двух частей:

- программное обеспечение деканатов (учебных частей) вузов;
- программное обеспечение валидатора.

ПО деканатов может дополнительно включать средства распознавания текстов оценочных ведомостей и взаимодействия с существующими системами управления образованием. При ведении электронных журналов и периодической их сверке с бумажными носителями распознавание ведомостей может осуществляться для заполнения электронной документации. Обучающиеся также являются проверяющим звеном, так как должны иметь доступ к электронному журналу. После прохождения ряда проверяющих звеньев ведомость экзамена (зачёта) может быть подписана деканатом и занесена в блок данных.

Кроме всего прочего, разработка средств автоматизации и программного обеспечения должна учитывать требования по защите государственной тайны, характерные для большинства государственных и муниципальных организаций и учреждений.

При построении требуемой системы необходимо учитывать ряд требований:

- как показывает практика, автоматизация различных аспектов повседневной деятельности организаций не влечёт за собой сокращение трудозатрат и издержек, а зачастую только увеличивает нагрузку на сотрудников, так как им приходится дублировать классический «бумажный» документооборот в развёрнутой автоматизированной системе, что, в конечном итоге, вызывает отторжение среди сотрудников. Поэтому при внедрении предложенной автоматизированной системы необходимо предусмотреть полный отказ (возможно, с переходным периодом) от существующей системы, основанной на ведомостях и зачётных книжках обучающихся;

- сложившаяся политическая обстановка обуславливает необходимость выполнения требований по импортозамещению, предъявляемых Правительством Российской Федерации, в том числе к разрабатываемому программному обеспечению. Таким образом, в качестве базовой операционной системы для КСПО предлагается использовать отечественные версии Linux-дистрибутивов, а также исключить возможность участия в разработке иностранных подрядчиков;

- как отмечалось ранее, многие вузы осуществляют свою деятельность с учётом требований по защите государственной тайны, поэтому при разработке и последующей эксплуатации КСПО необходимо учитывать эти особенности;

- зачастую вузы не обладают излишними финансовыми ресурсами, поэтому во избежание дополнительных трат с их стороны, автоматизированная система должна разрабатываться за счёт средств Федерального бюджета исключительно как комплекс специального программного обеспечения с возможностью установки на различные целевые средства вычислительной техники;

- механизм POW предполагает использование фиксированного числа валидаторов в системе. Тем не менее их количество должно быть значительным и исчисляться десятками. При этом перечень валидаторов должен ежегодно определяться подзаконными актами Федеральной службы по надзору в сфере образования и науки с учётом интересов органов государственной власти и ведомств, заказывающих подготовку;

- предполагается, что доступ к данным, хранящимся в блокчейне, будет осуществляться авторизованными работодателями и (или) представителями Федеральных органов исполнительной власти (ФОИВ) по запросу через АС «Госуслуги», причём количество запросов в единицу времени должно быть жёстко ограничено, во избежание массовой выгрузки данных из блокчейна;

- перечень операторов в вузах, ответственных за внесение информации и соответствующих рабочих мест, должен утверждаться внутренними приказами;

- операторы, осуществляющие ввод информации в систему, должны проходить дополнительную подготовку и регулярную аттестацию;

- в целях соблюдения требований по защите информации, предъявляемых в вузах «силовых» ведомств, данные добавляемые в цепочку, могут дополнительно легендироваться.

Легенда добавляемых данных также должна определяться дополнительными подзаконными актами соответствующих ведомств.

Заключение

Авторским коллективом предложена архитектура автоматизированной системы учёта данных промежуточной аттестации обучающихся, основанная на использовании существующих аппаратных средств вузов с установленным на них программным комплексом специального программного обеспечения. КСПО, который в свою очередь, основан на основе механизма РоА, позволяющий формировать, подписывать и добавлять новые блоки в цепочку данных об обучающемся, его зачётной книжке, итогах промежуточной аттестации и другой информации. В случае наличия интереса к дальнейшей разработке со стороны ФОИВ КСПО может быть доработан и масштабирован.

В зависимости от использованных алгоритмов цифровой подписи достигается либо повышение трудоёмкости внесения данных в систему задним числом до неприемлемого уровня, либо такая возможность исключается вовсе.

Список литературы

- Кассационное определение Судебной коллегии по делам военнослужащих Верховного Суда Российской Федерации от 28.02.2023 № 226-КГ22-4-К10 [Электронный ресурс]. URL: <http://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=ARB&n=752073&date=05.09.2024&rnd=E8TXXQ> (дата обращения: 05.09.2024 г.)
- Мальцева В.А., Мальцев А.А. Блокчейн и будущее международной торговли (обзор доклада «может ли блокчейн революционизировать мировую торговлю?») // Вестник международных организаций: образование, наука, новая экономика. 2019. Т. 14. № 4. С. 191–198.
- Мусапирова Г.Д., Болатов О.К. Применение технологии блокчейн в образовании // Известия Кыргызского государственного технического университета им. И. Раззакова. 2021. № 4 (60). С. 121–129.
- Постановление Правительства Российской Федерации от 31.05.2021 № 825 «О федеральной информационной системе «Федеральный реестр сведений о документах об образовании и (или) о квалификации, документах об обучении» [Электронный ресурс]. URL: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001202105310021> (дата обращения: 05.09.2024 г.)
- Распоряжение Правительства РФ от 17.10.2009 № 1555-р (ред. от 28.12.2011) «О плане перехода на предоставление государственных услуг и исполнение государственных функций в электронном виде федеральными органами исполнительной власти» [Электронный ресурс]. URL: www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc;base=LAW;n=1245084 (дата обращения: 05.09.2024 г.)
- Федеральный закон от 29 декабря 2012 г. № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» [Электронный ресурс]. URL: www.docs.cntd.ru/document/9023896174 (дата обращения: 05.09.2024 г.)
- Alammary A., Alhazmi S., Almasri M., Gillani S. Blockchain-Based Applications in Education: A Systematic Review // College of Computing and Informatics. 2019. Vol. 9. No. 12. DOI: 10.3390/app9122400
- Casino F., Dasaklis T.K., Patsakis C. A systematic literature review of blockchain-based applications: Current status, classification and open issues // Telematics and Informatics. 2019. Vol. 36. P. 55–81. DOI: 10.1016/j.tele.2018.11.006
- Chen G., Xu B., Lu M., Chen N.-S. Exploring blockchain technology and its potential applications for education // Smart Learning Environments. 2018. Times 5(1). DOI: 10.1186/s40561-017-0050-x
- Digital Diploma debuts at MIT. [Электронный ресурс]. URL: <http://news.mit.edu/2017/mit-debuts-secure-digital-diploma-usingbitcoin-blockchain-technology-1017> (дата обращения: 05.09.2024 г.)

- Gottlieb M., Deutsch C., Hoops F., Pongratz H., Krcmar H. Expedition to the blockchain application potential for higher education institutions // Blockchain: Research and Applications. 2024. Vol. 5. No 3.
- Grech A., Camilleri A.F. Blockchain in Education // Publications Office of the European Union. 2017. DOI: 10.2760/60649
- Rossi M., Mueller-Bloch C., Bennett Thatcher J., Beck R. Blockchain Research in information systems: current trends and an inclusive future research agenda // Journal of the Association for Information Systems. 2019. Vol. 20. No 9. DOI: 10.17705/1jais.00571

ACCOUNTING FOR STUDENTS INTERMEDIATE ATTESTATION DATA USING BLOCKCHAIN TECHNOLOGIES

Nesterenko O. E. Ph.D. (Technical), associate professor vka@mil.ru Saint-Petersburg	Mozhaisky Military and Space Academy
Orkin V. V. Ph.D. (Technical), associate professor vka@mil.ru Saint-Petersburg	Mozhaisky Military and Space Academy
Ledjankin I. A. Ph.D. (Technical), associate professor vka@mil.ru Saint-Petersburg	Mozhaisky Military and Space Academy
Antonov D. A. Ph.D. (Technical), associate professor vka@mil.ru Saint-Petersburg	Mozhaisky Military and Space Academy

Abstract. In the context of reforming the higher education system in the Russian Federation, the issues of meeting certain requirements and provisions of regulatory and legal acts related to digitalization and informatization of the learning process and accounting for its results are of particular relevance. In order to improve the quality of students education, various automation systems and educational management systems are currently being intensively implemented in educational institutions of the Russian Federation. The analysis of open sources of information conducted by the authors team has shown that cases of falsification of educational documents in order to mislead employers about the actual formation of certain competencies of an employee of the company are still possible. The reason for this problem is that universities often keep records of learning outcomes «on paper» without using computerization tools, which does not exclude the possibility of re-registration of students credit lists and credit books retroactively. The article describes the developed demonstration prototype of an automated system for recording the results of intermediate certification of students in a higher education institution. In order to avoid making changes to accounting documents, the development of the prototype used the capabilities of blockchain technology, which has proven to be effective in preserving the integrity of user data. In addition, based on the experience of implementing other automation systems, requirements were formed for the system of accounting for the results of intermediate certification of students in higher education institutions. The use of the developed

system will increase the complexity of entering data into the system retroactively to an unacceptable level, or this possibility will be excluded altogether.

Keywords: blockchain, diploma, higher education, intermediate certification

References

- Alammary, A., Alhazmi, S., Almasri, M., Gillani, S. (2019). Blockchain-Based Applications in Education: A Systematic Review. *College of Computing and Informatics*, 9(12). DOI: 10.3390/app9122400
- Casino, F., Dasaklis, T. K., Patsakis, C. (2019). A systematic literature review of blockchain-based applications: Current status, classification and open issues. *Telematics and Informatics*, 36, 55-81. DOI: 10.1016/j.tele.2018.11.006
- Chen, G., Xu, B., Lu, M., Chen, N.-S. (2018). Exploring blockchain technology and its potential applications for education. *Smart Learning Environments. Times*, 5(1). DOI: 10.1186/s40561-017-0050-x
- Digital Diploma debuts at MIT*. Retrieved from <http://news.mit.edu/2017/mit-debuts-secure-digital-diploma-usingbitcoin-blockchain-technology-1017>
- Federal'nyj zakon ot 29 dekabrya 2012 g. № 273-FZ «Ob obrazovanii v Rossijskoj Federacii»* Retrieved from <http://www.docs.cntd.ru/document/9023896174>
- Gottlieb, M., Deutsch, C., Hoops, F., Pongratz, H., Krcmar, H. (2024). Expedition to the blockchain application potential for higher education institutions. *Blockchain: Research and Applications*, 5(3).
- Grech, A., Camilleri, A. F. (2017). Blockchain in Education. *Publications Office of the European Union*. DOI: 10.2760/60649
- Kassacionnoe opredelenie Sudebnoj kollegii po delam voennosluzhashchih Verhovnogo Suda Rossijskoj Federacii ot 28.02.2023 № 226-KG22-4-K10*. Retrieved from <http://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=ARB&n=752073&date=05.09.2024&rnd=E8TXXQ>
- Maltseva, V., Maltsev, A. (2019). Blockchain and the future of global trade (review of the wto report «Can blockchain revolutionize international trade?»). *International organisations research journal*, 14(4), 191-198 (In Russ.).
- Musapirova, G. D., Bolatov, O.K. (2021). Application of the blockchain technology in education. *Izvestija Kyrgyzskogo gosudarstvennogo tehničeskogo universiteta im. I. Razzakova*, 4(60), 121-129.
- Postanovlenie Pravitel'stva Rossijskoj Federacii ot 31.05.2021 № 825 «O federal'noj informacionnoj sisteme «Federal'nyj reestr svedenij o dokumentah ob obrazovanii i (ili) o kvalifikacii, dokumentah ob obuchenii»*. Retrieved from <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001202105310021>
- Rasporjazhenie Pravitel'stva RF ot 17.10.2009 №1555-r (red. ot 28.12.2011) «O plane perehoda na predostavlenie gosudarstvennyh uslug i ispolnenie gosudarstvennyh funkcij v jelektronnom vide federal'nymi organami ispolnitel'noj vlasti»*. Retrieved from <http://www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc;base=LAW;n=1245084>
- Rossi, M., Mueller-Bloch, C., Bennett Thatcher, J., Beck, R. (2019). Blockchain Research in information systems: current trends and an inclusive future research agenda. *Journal of the Association for Information Systems*, 20(9). DOI: 10.17705/1jais.00571

Статья поступила в редакцию 27.01.2025
Принята к публикации 10.03.2025