

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И СИСТЕМЫ

INFORMATION TECHNOLOGIES AND SYSTEMS

УДК 004.031 : 37.072

<https://doi.org/10.29235/1561-8358-2020-65-1-110-116>

Поступила в редакцию 05.12.2019

Received 05.12.2019

А. В. Решетняк¹, В. И. Дравица^{1,2}

¹Научно-инженерное республиканское унитарное предприятие «Межотраслевой научно-практический центр систем идентификации и электронных деловых операций» Национальной академии наук Беларуси, Минск, Республика Беларусь

²Белорусский государственный университет, Минск, Республика Беларусь

КОМПЛЕКСНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ ИДЕНТИФИКАЦИИ И РАСПРЕДЕЛЕННЫХ РЕЕСТРОВ ДЛЯ РАЗВИТИЯ ЭЛЕКТРОННЫХ УСЛУГ НА ОСНОВЕ МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ ДОКУМЕНТОВ

Аннотация. Рассмотрены возможности комплексного применения технологий идентификации и распределенных реестров (Distributed Ledger Technology, DLT) для повышения эффективности оказания электронных услуг на базе многофункциональных интеллектуальных документов на примере студенческих билетов. Дана оценка основным преимуществам и недостаткам действующих в Беларуси систем эмиссии интеллектуальных документов в системе образования, в том числе: централизованной (проект «Карта учащегося») и децентрализованной (электронный студенческий билет). Обосновано предложение использования DLT-модели для решения задачи выпуска многофункциональных электронных студенческих билетов, совмещенных с банковской платежной карточкой, которая позволяет реализовать новые функциональные возможности в оказании электронных услуг и обладает рядом преимуществ по отношению к действующим системам изготовления электронных документов учащихся. Описаны возможности использования открытого блокчейна (Public Blockchain) и корпоративного, или закрытого, блокчейна (Private Blockchain) для осуществления выпуска и контроля интеллектуальных документов, ускоренного развития электронных услуг, предоставляемых на основе «Умного контракта» (Smart Contract), а также использования технологии Smart Contract для содействия добросовестной конкуренции поставщиков электронных услуг. Предложена методика оценки рейтинга поставщика электронных услуг на основе весового коэффициента «полезности» или «востребованности». Приведена информация об ожидаемых эффектах внедрения предложенной DLT-модели за счет комплексного использования технологий идентификации и распределенных реестров.

Ключевые слова: автоматическая идентификация, распределенные реестры, блокчейн, многофункциональные интеллектуальные документы, электронные услуги

Для цитирования: Решетняк, А. В. Комплексное использование технологий идентификации и распределенных реестров для развития электронных услуг на основе многофункциональных интеллектуальных документов / А. В. Решетняк, В. И. Дравица // Вес. Нац. акад. навук Беларусі. Сер. фіз.-тэхн. навук. – 2020. – Т. 65, № 1. – С. 110–116. <https://doi.org/10.29235/1561-8358-2020-65-1-110-116>

Alexander V. Reshetniak¹, Victor I. Dravitsa^{1,2}

¹Scientific & Engineering Republican Unitary Enterprise “Interbranches Research & Development Centre for Identification Systems and e-Business Operations” of the National Academy of Sciences of Belarus, Minsk, Republic of Belarus

²Belarusian State University, Minsk, Republic of Belarus

COMPREHENSIVE USE OF IDENTIFICATION TECHNOLOGIES AND DISTRIBUTED LEDGER TECHNOLOGY FOR THE DEVELOPMENT OF ELECTRONIC SERVICES PROVIDED THROUGH MULTI-PURPOSE SMART DOCUMENTS

Abstract. The article covers the possibilities of comprehensive use of identification technologies and Distributed Ledger Technology (DLT) for increasing the efficiency of electronic services provided through multi-purpose student cards. The main advantages and disadvantages of the existing intellectual document emission systems in the Belarusian education system are as-

sessed, including: centralized (the “Student Card” project) and decentralized (the electronic student card) ones. The proposal to use the DLT-model for issuing multi-purpose electronic student cards combined with bank payment cards has been grounded. Such model makes it possible to implement new functional capabilities when providing electronic services and has a number of advantages over the existing systems of electronic student documents issuance. The article describes how Public Blockchain and Private Blockchain can be used to issue and control intellectual documents, to accelerate the development of the electronic services provided through Smart Contract, and how the Smart Contract technology can be used to promote fair competition among electronic services providers. The methodology of evaluating the electronic services provider rating basing on the weighting factor of “usefulness” or “being in demand” is proposed. The article provides information on the expected effects of the proposed DLT-model implementation, obtained through the comprehensive use of identification technologies and distributed ledger technology.

Keywords: auto-ID technologies, distributed ledger technology, blockchain, multifunctional smart cards, multi-purpose smart documents, electronic services

For citation: Reshetniak A. V., Dravitsa V. I. Comprehensive use of identification technologies and distributed ledger technology for the development of electronic services provided through multi-purpose smart documents. *Vesti Natsyyanal'nai akademii navuk Belarusi. Seriya fizika-technichnykh navuk = Proceedings of the National Academy of Sciences of Belarus. Physical-technical series*, 2020, vol. 65, no. 1, pp. 110–116 (in Russian). <https://doi.org/10.29235/1561-8358-2020-65-1-110-116>

Введение. Активное использование технологий идентификации в настоящее время получает новый толчок развития в связи с популяризацией и внедрением усовершенствованных технологий распределенных реестров (Distributed Ledger Technology, DLT) и блокчейн (Blockchain) – как частного случая DLT.

Новые возможности, которые открываются перед организациями, внедряющими эти решения для автоматизации бизнес-процессов, заключаются в синергетическом эффекте слияния технологий идентификации, которые отвечают на вопросы «что?», «где?», «когда?», «каково состояние маркированного объекта?», и технологий распределенных реестров, которые позволяют подтвердить достоверность события и его участников, авторизованных в информационной сети. Указанные технологии предоставляют возможность оперировать комплексной (полной) и гарантированной информацией о маркированных объектах, соответственно обеспечить внедрение новых логистических алгоритмов, оптимизировать весь комплекс бизнес-процессов, сократить затраты на документарное сопровождение и дополнительные посреднические издержки бизнес-процессов. Одновременно предлагаемые подходы способствуют решению задач интеграции разнородных автоматизированных систем.

Активное развитие упомянутых технологий в ближайшее время позволит обеспечить цифровую трансформацию широкого круга задач, процессов и бизнесов: торговля, логистика, транспорт, образование, банковские операции, мобильные платежи и сервисы, юридические и нотариальные операции, здравоохранение, недвижимость, индустрия развлечений и многие другие.

Отметим, что невзирая на активное развитие мобильных технологий идентификации и блокчейн, ряд аналитических материалов, ежегодно публикуемых ведущими международными компаниями, демонстрирует сохранение интереса к использованию смарт-карт. Так, по оценкам аналитического агентства Transparency Market Research, опубликованным в январе 2018 г., глобальный рынок смарт-карт в 2016 г. оценивался в 8,5 млрд долл. США, при этом с учетом развития технологий, а также оценок данных, полученных за прошедший период, ожидается, что объем рынка смарт-карт к концу 2023 г. составит 14,1 млрд долл. США. Этот анализ проводится на основании критерия CAGR (Compound Annual Growth Rate), соответствующего среднегодовому темпу роста в течение периода более одного года [1]. В приведенной оценке критерий CAGR означает, что объем выручки на рынке смарт-карт ежегодно будет расти на 7,4 %.

Одним из ключевых факторов, способствующих активному развитию рынка смарт-карт, является критерий безопасности, защиты информации. Эволюция от платежных карт с магнитной полосой к EMV-картам (EMV – Europay, MasterCard, VISA – международный стандарт для операций по банковским картам с бесконтактным чипом), развитие NFC (Near Field Communication – технология беспроводной передачи данных), чипов с дуальным интерфейсом, смарт-карт с функциями хранения биометрических идентификаторов непосредственно в памяти чипа карты позволяют уверенно говорить о том, что востребованность смарт-карт будет наблюдаться достаточно продолжительное время, невзирая на развитие других технологий идентификации.

С точки зрения безопасной аутентификации и сохранения прав пользователя, представляет интерес отчет компании Secure Technology Alliance, опубликованный в марте 2017 г. Материалы

демонстрируют, что интеграция смарт-карт и блокчейн позволяет сформировать дополнительные надежные барьеры для защиты данных и интересов пользователей [2].

DLT-модель. В настоящей статье авторами рассматривается DLT-модель, которая представляет собой частный случай синергии технологий идентификации и распределенных реестров на примере многофункциональных интеллектуальных документов, реализуемых на основе смарт-карт (электронных идентификационных документов) в системе образования.

При решении практических задач внедрения многофункциональных интеллектуальных документов в системе образования Республики Беларусь в настоящее время применяется один из вариантов построения системы эмиссии: централизованная (проект «Карта учащегося») или децентрализованная (электронный студенческий билет).

Централизованная система эмиссии предполагает обработку информации одним оператором (центром эмиссии) и изготовление документов одним эмитентом. База данных выданных документов является общей для всех участников системы, решения для построения централизованной системы эмиссии относительно просты в части технической реализации. Такие подходы применены и апробированы в рамках проекта «Карта учащегося», внедряемого в системе общего среднего образования. Алгоритм взаимодействия участников системы представлен на рис. 1.

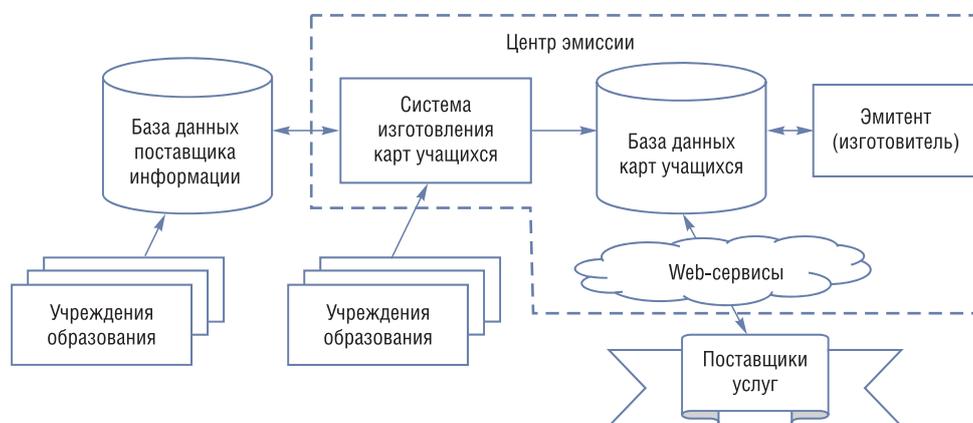


Рис. 1. Централизованная схема эмиссии карт учащихся

Fig. 1. Centralized scheme of student card (for schools) issuance

Как видно из представленной схемы взаимодействия, ведение базы данных осуществляется учреждениями образования в удаленном режиме. База данных с информацией об учащихся и база данных карт учащихся синхронизированы и представляют собой единый информационный ресурс, формируемый либо с участием поставщика информации (агрегатора данных), либо непосредственно учреждениями образования.

Преимуществом централизованной схемы эмиссии является возможность подключения неограниченного количества поставщиков электронных услуг с использованием web-сервисов, обеспечивающих подтверждение легальности электронных идентификационных документов на различных уровнях взаимодействия.

Вместе с тем централизованная система имеет ряд недостатков, основными из которых являются: взаимодействие только с одним эмитентом документов; значительные трудозатраты при формировании базы данных учащихся, что связано с обработкой, периодической актуализацией и верификацией информации, поступающей от различных абонентов (в данном случае – от учреждений образования); затраты на обеспечение защиты информации.

Децентрализованная схема эмиссии предполагает наличие нескольких баз данных об учащихся, нескольких эмитентов документов. Примером такого решения является система изготовления студенческих билетов, действующая в настоящее время (по состоянию на апрель 2019 г.) в Республике Беларусь. Базы данных о студентах и выданных студенческих билетах ведутся каждым вузом самостоятельно. Гарантией достоверности выдаваемых документов выступает бланк строгой отчетности, используемый для изготовления студенческих билетов. Значительными недостатками децентрализованной схемы эмиссии являются следующие: применение электронных

идентификационных документов возможно только на локальном уровне – в пределах вуза, отсутствует возможность реализации web-сервисов и услуг «Умного города» для взаимодействия с поставщиками услуг за пределами высшего учебного заведения.

Синергия электронных идентификационных документов и DLT позволяет реализовать смешанную схему эмиссии с сохранением преимуществ централизованной и децентрализованной схем. В этом случае DLT-схема эмиссии на примере системы изготовления студенческих билетов может быть представлена следующим алгоритмом взаимодействия (рис. 2).

Предлагаемая модель включает в себя клиента (учащийся, студент, другой участник образовательного процесса) и поставщика электронной услуги, которые объединяются в открытый блокчейн (Public Blockchain).

Базисом информационного взаимодействия является корпоративный, или закрытый, блокчейн (Private Blockchain). Корпоративный блокчейн содержит распределенный реестр данных и событий (в данном случае – это база данных о документах об образовании), формируемый учреждениями образования. Взаимодействие участников Public Blockchain и Private Blockchain осуществляется на основе «Умного контракта» (Smart Contract), который определяет и контролирует условия выполнения заказа клиента поставщиком электронной услуги.

Отличительной особенностью предлагаемой схемы взаимодействия является функция формирования рейтинга поставщика электронной услуги, который стимулирует повышение качества предоставляемых клиентам электронных услуг и непосредственно задействован в алгоритме смарт-контракта. Поскольку поставщиков услуг, как правило, несколько, клиент имеет возможность выбрать поставщика с более высоким рейтингом предоставления заказываемых услуг. Таким образом, одним из условий выполнения контракта является оценка рейтинга каждого из возможных поставщиков.

Существует несколько методик построения моделей. Подход в методике, изложенной в [3], интересен тем, что построен на оценке весового коэффициента «полезности» или «востребованности», который использован для оценки рейтинга поставщика электронных услуг.

Для разработанной DLT-модели запишем весовой коэффициент для поставщика услуг в следующем виде:

$$W_{u,v} = \frac{S_{u,v}}{\sum_{u=1, v=1}^{n,m} S_{u,v}} P_v, \quad (1)$$

где $S_{u,v}$ – число, показывающее сколько раз данный поставщик v выполнял заказываемую услугу для u клиентов; P_v – некоторое выражение (в простейшем виде число), подтверждающее надежность поставщика, может быть представлено отношением числового показателя количества успешно выполненных смарт-контрактов к общему количеству заключенных им сделок.

Общую оценку рейтинга поставщика услуги представим следующим выражением:

$$R(v) = \sum_{u=1}^n W_{u,v}. \quad (2)$$

Оценка рейтинга поставщика электронной услуги в общем случае зависит от специфики и характера самой услуги. Если это финансовая услуга (например, оплата за проезд, доступ в Интернет, кредитные операции и др.), то в качестве критерия оценки рекомендовано использовать ликвидность баланса [3]. В этом случае, если принять количество полученных поставщиком v активов по результатам выполнения смарт-контрактов за x , а количество обязательств по смарт-контрактам – за y , выражение, связывающее x и y , будет выглядеть следующим образом [3]:

$$f(x, y) = (x + y) \exp \left[-2 \sin^2 \left(\frac{\pi}{4} - \operatorname{atan} \left(\frac{y}{x} \right) \right) \right]. \quad (3)$$

Построенный в среде MatLab график функции $f(x, y)$ представлен на рис. 3.

Из приведенных выражения (3) и графика функции следует, что наибольшее значение $f(x, y)$ принимает при $x = y$, то есть минимальным требованием при оценке рейтинга поставщика является равенство числа поступивших от клиента заказов числу выполненных поставщиком электронных услуг. Таким образом, функция $f(x, y)$ является функцией полезности или надежности

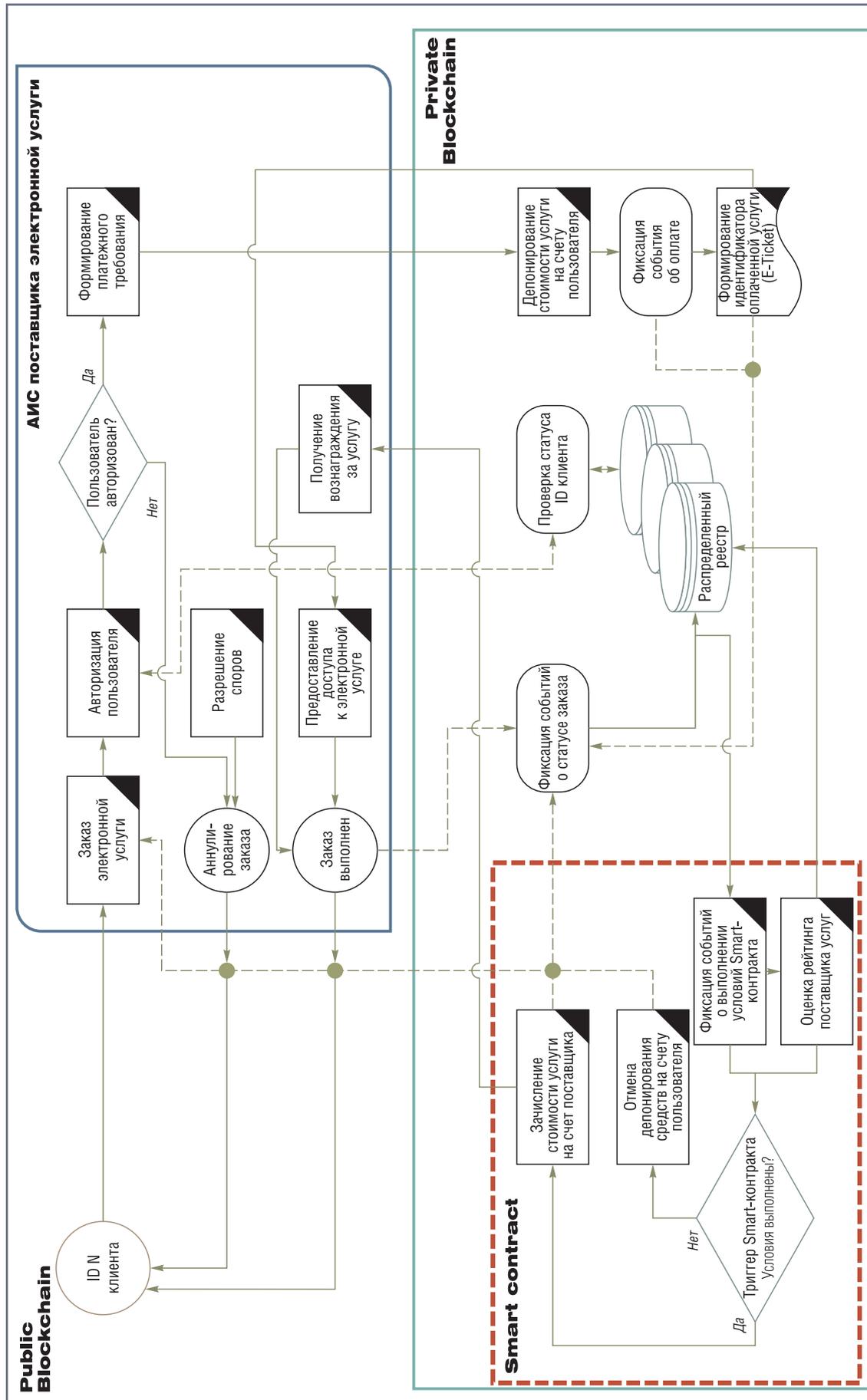
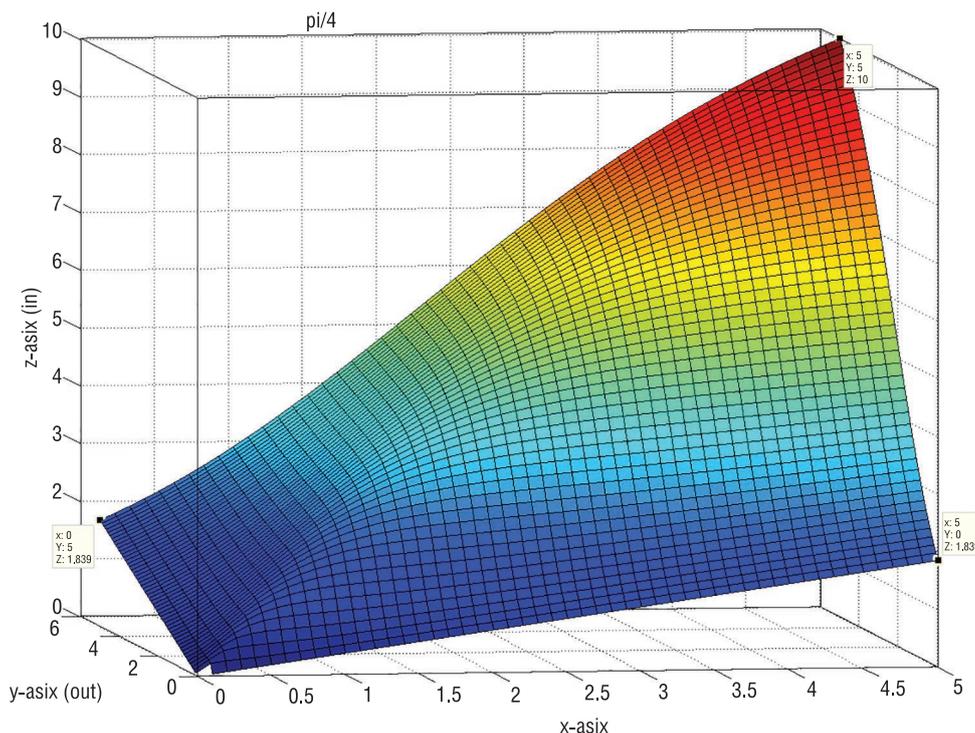


Рис. 2. Предлагаемая к реализации схема взаимодействия для изготовления студенческих билетов
 Fig. 2. Interaction scheme of student cards (for higher education) production proposed for implementation

Рис. 3. График функции $f(x, y)$ Fig. 3. Graph of function $f(x, y)$

поставщика. Для разных предметных областей она может вычисляться по-разному, но по своей сути она соответствует изображенной на рис. 3.

Функция $f(x, y)$ нелинейная, и только при больших значениях x и y наблюдается некоторая линейризация – вблизи максимума $f(x, y)$.

Заключение. Разработанная DLT-модель предоставляет следующие возможности:

1) создание в системе образования платформы, построенной с применением DLT-технологий, что в дальнейшем позволит развивать на этой основе другие современные электронные услуги, в том числе и финансовые;

2) внедрение системы изготовления и выдачи многофункциональных электронных документов системы образования, которая может быть тиражирована в других сферах деятельности (например, для корпоративного применения). При этом формируются необходимые условия для оперативного сопровождения общереспубликанских баз данных об обучающихся;

3) снижение финансовых затрат на изготовление идентификационных документов системы образования и повышение эффективности трудозатрат учреждений образования за счет перехода на документы, совмещенные с банковской платежной картой;

4) формирование необходимых условий для развития электронных услуг с механизмом оценки рейтинга поставщиков услуг, способствующим добросовестной конкуренции;

5) реализация и развитие новых электронных услуг, предоставляемых на основе электронных идентификационных документов, ввиду высокой надежности данных, с которыми оперируют участники модели;

6) построенный на основе предложенной DLT-модели распределенный информационный ресурс о действующих студенческих билетах обладает всеми преимуществами централизованной схемы эмиссии при более высокой степени достоверности фиксируемых событий;

7) предоставление поставщикам электронных услуг типовых решений для информационного взаимодействия с минимальными затратами на их имплементацию в действующие бизнес-процессы;

8) формирование условий для добросовестной конкуренции за счет оценки рейтинга поставщиков электронных услуг, а также стимулирования снижения цен на предоставляемые клиентам электронные услуги.

Список использованных источников

1. Smart Cards Market – Global Industry Analysis, Size, Share, Growth, Trends and Forecast, 2016–2023 [Electronic resource] // Analytical report of the company Transparency Market Research. – Mode of access: <https://www.transparencymarketresearch.com/smart-card.html> – Date of access: 04.04.2018.
2. Blockchain and Smart Card Technology, Version 1.0, March 2017 [Electronic resource] // Secure Technology Alliance payments council white paper. – Mode of access: <https://www.securetechalliance.org/publications-blockchain-and-smart-card-technology/> – Date of access: 04.05.2018.
3. Details on the Smart Contract Ranking Algorithm [Electronic resource]. – Mode of access: <https://medium.com/nebulasio> – Date of access: 27.12.2018.

References

1. Smart Cards Market – Global Industry Analysis, Size, Share, Growth, Trends and Forecast, 2016–2023. *Analytical report of the company Transparency Market Research*. Available at: <https://www.transparencymarketresearch.com/smart-card.html> (accessed 04 April 2018).
2. Blockchain and Smart Card Technology, Version 1.0, March 2017. *Secure Technology Alliance payments council white paper*. Available at: <https://www.securetechalliance.org/publications-blockchain-and-smart-card-technology/> (accessed 04 May 2018).
3. *Details on the Smart Contract Ranking Algorithm*. Available at: <https://medium.com/nebulasio> (accessed 27 December 2018).

Информация об авторах

Решетняк Александр Витальевич – соискатель, заместитель технического директора, Научно-инженерное республиканское унитарное предприятие «Межотраслевой научно-практический центр систем идентификации и электронных деловых операций» Национальной академии наук Беларуси (ул. Академическая, 15/2, 220072, Минск, Республика Беларусь). E-mail: rav@ids.by

Дравица Виктор Иванович – кандидат физико-математических наук, доцент, директор, Научно-инженерное республиканское унитарное предприятие «Межотраслевой научно-практический центр систем идентификации и электронных деловых операций» Национальной академии наук Беларуси (ул. Академическая, 15/2, 220072, Минск, Республика Беларусь); Белорусский государственный университет (пр. Независимости, 4, 220030, Минск, Республика Беларусь). E-mail: vdravitsa@ids.by

Information about the authors

Alexander V. Reshetniak – Postgraduate Student, Deputy Technical Director, Scientific & Engineering Republican Unitary Enterprise “Interbranches Research & Development Centre for Identification Systems and e-Business Operations” of the National Academy of Sciences of Belarus (15/2, Academicheskaja Str., 220072, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: rav@ids.by

Victor I. Dravitsa – Ph. D. (Physics and Mathematics), Associate Professor, Director, Scientific & Engineering Republican Unitary Enterprise “Interbranches Research & Development Centre for Identification Systems and e-Business Operations” of the National Academy of Sciences of Belarus (15/2, Academicheskaja Str., 220072, Minsk, Republic of Belarus); Belarusian State University (4, Nezavisimosti Ave., 220030, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: vdravitsa@ids.by