

Цифровизация учета профессиональных компетенций граждан на основе технологий распределенных реестров и смарт-контрактов¹

С.П. Новиков

*кандидат технических наук
доцент кафедры информационных технологий
Брянский государственный инженерно-технологический университет
Адрес: 241037, г. Брянск, пр. Станке Димитрова, д. 3
E-mail: spnovikov@gmail.com*

О.В. Михеенко

*кандидат экономических наук
доцент кафедры государственного управления и финансов
Брянский государственный инженерно-технологический университет
Адрес: 241037, г. Брянск, пр. Станке Димитрова, д. 3
E-mail: miheenkov@mail.ru*

Н.А. Кулагина

*доктор экономических наук, профессор
директор инженерно-экономического института
Брянский государственный инженерно-технологический университет
Адрес: 241037, г. Брянск, пр. Станке Димитрова, д. 3
E-mail: kulaginana2013@yandex.ru*

О.Д. Казаков

*кандидат технических наук, доцент
заведующий кафедрой информационных технологий
Брянский государственный инженерно-технологический университет
Адрес: 241037, г. Брянск, пр. Станке Димитрова, д. 3
E-mail: kod8383@mail.ru*

Аннотация

В условиях становления цифровой экономики на первый план выходит сохранение и приумножение интеллектуального капитала, который в настоящее время является ключевым фактором общественного развития. Ориентация национальной экономики на использование современных достижений цифровой индустрии будет способствовать скорейшему переходу к информационному обществу в глобальном масштабе. Цифровизация образования позволит использовать последние достижения научной мысли для развития других сфер жизнедеятельности общества.

В работе предложена модель адаптации технологий распределенных реестров на основе блокчейн и смарт-контрактов для надежного хранения и эффективного использования показателей уровня профессиональных компетенций граждан в целях создания единой информационной среды взаимодействия всех субъектов экономической системы. Авторами разработана модель системы учета профессиональных компетенций граждан и траекторий их развития, основанная на использовании современных технологий цифровой экономики. Обоснована эффективность и безопасность использования блокчейн-технологии для хранения и передачи информации.

¹ Исследование выполнено при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований, проект № 18-410-320002\18 «Концепция инновационного управления развитием региональной экономики в условиях цифровизации: проектный подход»

Основными субъектами в представленной системе являются образовательные учебные заведения всех уровней, государственные структуры по надзору в сфере образования и непосредственно сами граждане, принимающие участие в образовательном процессе.

Предложенная модель отражает уровень образования и профессионального мастерства каждого зарегистрированного участника в виде индекса (education index, EI), учитывающего все достижения в сфере образования и профессиональные компетенции на протяжении всей жизни. По мнению авторов, при расчете EI целесообразно также учитывать рейтинг образовательного учреждения, принимающего участие в формировании профессиональных компетенций граждан. Введение EI позволит существенно упростить процесс трудоустройства выпускников различных образовательных учреждений, а также проведение вузами приемных кампаний. Кроме того, при помощи инструментов анализа возможно создание рейтингов вузов, кафедр и даже отдельных преподавателей. Разработанная система учета профессиональных компетенций ориентирована на обработку и хранение больших объемов данных (Big Data), что позволит в перспективе подключить к реестру работодателей, фонд пенсионного страхования и иные государственные структуры, заинтересованные в использовании полных и достоверных персональных данных граждан.

Ключевые слова: цифровая экономика; профессиональные компетенции; блокчейн; смарт-контракт; цифровой реестр; цифровизация образования; криптография.

Цитирование: Новиков С.П., Михеенко О.В., Кулагина Н.А., Казаков О.Д. Цифровизация учета профессиональных компетенций граждан на основе технологий распределенных реестров и смарт-контрактов // Бизнес-информатика. 2018. № 4 (46). С. 43–53. DOI: 10.17323/1998-0663.2018.4.43.53

Введение

Активное внедрение современных информационно-телекоммуникационных технологий сопровождается цифровой трансформацией всех сфер человеческой деятельности. Цифровизация сегодня играет важнейшую роль в экономике любого государства, вторгаясь во все отрасли и направления [1]. Это вызывает необходимость разработки качественно новой модели бизнеса, требует изменения формата образования, здравоохранения и государственного управления, а также отражается на способах и интенсивности коммуникационных связей между людьми [2].

Основные направления и этапы формирования цифрового общества определены в программе «Цифровая экономика Российской Федерации на период до 2025 года» [3]. Быстрый доступ в Интернет для каждого гражданина, включая жителей отдаленных населенных пунктов, замена вузовских дипломов и трудовых книжек на траектории развития, «умные города» и даже автоматизированная система принятия государственных решений – это основные цели, определяемые программой развития национального цифрового пространства.

В Указе Президента РФ от 09.05.2017 № 203 «О Стратегии развития информационного общества в Российской Федерации на 2017–2030 годы» под-

черкивается, что развитие цифровой экономики является стратегически важным вопросом для страны в целом, определяющим ее конкурентоспособность в мировом масштабе [4].

Переход на «цифровые рельсы» в настоящее время осуществляется и в системе образования, где первоочередной и одной из важнейших задач является практически полная оцифровка документооборота образовательного учреждения (ОУ). Параллельно осуществляется интеграция цифровых технологий в учебный процесс и систему управления ОУ. Очевидно, что в ближайшем будущем документы об образовании (аттестаты, дипломы, сертификаты, удостоверения и т.п.) трансформируются в электронный формат. В связи с этим остро встают вопросы о создании единого цифрового реестра персональных данных, возможности хранения и высокой степени конфиденциальности информации, а также разработки механизма идентификации, обеспечивающего доступ пользователей к реестру.

Решение поставленных задач требует формирования цифровой среды единого информационного пространства и внедрения инновационных технологий работы с цифровыми данными, обеспечивающих исключительную надежность и безопасность хранения информации, ее актуальность, достоверность, доступность и высокую скорость сетевой обработки [5].

1. Блокчейн-технология как коммуникационная основа системы управления профессиональными компетенциями

1.1. Блокчейн-технология

Прорывом в области надежного хранения информации в общедоступных сетях стала блокчейн-технология [6]. Блокчейн – это тип распределенной базы данных, где записи группируются в блоки, каждый из которых связан с предыдущим с использованием хэш-ключа [7]. Это обеспечивает невозможность изменения информации внутри блока без изменения информации, хранящейся в последующих блоках. Цепочка блоков хранится на узловом компьютере (Node) у каждого участника системы, образуя распределенный реестр данных. При добавлении нового блока обновляются копии всей цепочки блоков у каждого участника. Консенсус относительно того, какие типы блоков и транзакций могут быть частью блокчейна, автоматически достигается в соответствии с тем, согласны ли большинство держателей блок-цепочек с предложенными блоками.

Новизна технологии блокчейн состоит в том, что появляется возможность устанавливать бизнес-логику в самой транзакции. Блок содержит в себе набор записей, а новые блоки добавляются строго в конец цепочки. Это отличает данную технологию от традиционных баз данных, в которых бизнес-логика устанавливается в самой базе данных или в программном обеспечении.

Выделим существенные преимущества технологии блокчейн:

- ◆ децентрализация, которая минимизирует риски отказа в случае выхода из строя отдельной системы;
- ◆ повышенная степень безопасности за счет использования средств криптографии при осуществлении каждой транзакции;
- ◆ невозможность изменения данных утвержденного блока, поскольку хэш идентификатора каждого блока вычисляется на основе кумулятивного хэша данных всего блока и хэша идентификатора предыдущего блока;
- ◆ оперативность за счет автоматизированного обмена данными, при котором отсутствует человеческий фактор;
- ◆ прозрачность, так как все действия документируются и доступны для ознакомления всем участникам системы.

На наш взгляд, последнее является непревзойденным достоинством технологии блокчейн, поскольку позволяет регулятору убедиться, что содержание базы данных не редактировалось и не изменялось мошенническим путем.

1.2. Практические аспекты цифровизации образования

В настоящее время интерес к использованию технологии блокчейн в сфере образования объясняется возможностью значительно сократить затраты и время при проведении транзакций, а главное – обеспечить высокую степень безопасности [8]. Внедрение данной технологии в образовательную среду было одобрено в 2017 году, что отражено в докладе Европейской комиссии «Блокчейн в образовании» [9]. Среди ключевых факторов, которые учитывала Комиссия, оказались осуществимость, задачи, преимущества и риски использования данной технологии в школах и университетах. При этом внимание сфокусировано на возможности использования данной технологии для цифровой аккредитации персонального и академического обучения. Еврокомиссия представила восемь сценариев того, как блокчейн может быть использован в целях решения актуальных задач, стоящих сегодня перед образовательным сектором. Среди них – кредитные трансферы, цифровая сертификация, пошаговая аккредитация, а также оплата обучения. К сожалению, подобные технологии в образовательном секторе по-прежнему находятся в зачаточном состоянии.

Тем не менее, в международной практике известны отдельные достижения в данном направлении, среди которых:

- ◆ патентная заявка японского технологического конгломерата SONY на создание образовательной платформы на базе блокчейна для хранения и обмена данными об успеваемости студентов (документ размещен на официальном сайте Ведомства по патентам и торговым знакам США) [10];
- ◆ соглашение министерства образования и занятости Мальты с блокчейн-стартапом Learning Machine Technologies о разработке экспериментальной платформы, которая позволит пользователям безопасно хранить и передавать документы об образовании, а также подтверждать их подлинность [11];
- ◆ выдача более 100 цифровых дипломов выпускникам Массачусетского технологического института на основе применения технологии блокчейн [12].

Все это свидетельствует о неотвратимости процес-

са цифровизации сферы образования как главного фактора становления цифровой экономики.

1.3. Эволюция блокчейн-технологии в контексте цифровой экономики

Технология блокчейн была разработана в 2008 году [13] и прошла большой путь трансформационного развития от совершения отдельных сделок с криптовалютой до базы создания гибких блокчейн-платформ для их последующего внедрения в широкий спектр отраслей.

В книге «Блокчейн. Схема новой экономики» (Blockchain. Blueprint for a new economy), исследователь и основатель института блокчейн-исследований Мелани Свон (Melanie Swan) выделяет три условные области применения данной технологии [14]:

Блокчейн 1.0 – криптовалютные транзакции (крипто-валюты применяются в различных приложениях, имеющих отношение к финансовым транзакциям, например, в системах переводов и цифровых платежах) [15];

Блокчейн 2.0 – смарт-контракты (приложения в области экономики, рынков и финансов, работающие с различными типами инструментов – акциями, облигациями, фьючерсами, закладными, правовыми титулами, активами и контрактами) [16];

Блокчейн 3.0 – приложения, область которых выходит за рамки финансовых транзакций и рынков (распространяются на сферы государственного управления, здравоохранения, науки и др.) [17].

Поскольку сфера применения блокчейн-технологии значительно расширилась, основной тенденцией становится не появление новых криптовалют как платежных средств, а создание многофункциональных платформ, которые выступают как инфраструктура для целого спектра деловых приложений [18]. Целесообразность применения технологии блокчейн начали прорабатывать и разработчики различных комплексных информационных систем, в частности, развивающие методологию создания решений в рамках концепции «Smart City» [19]. Активно ведутся разработки применения технологии блокчейн в системах аутентификации личности [20]. Использование смарт-контрактов позволяет преобразовать распределенный реестр данных в систему управления хранящейся информацией, а технология блокчейн обеспечивает защиту персональных данных и бизнес-логику работы всей системы.

Проведенный в рамках исследования анализ практики использования технологии блокчейн выявил,

что на сегодняшний день она выделена как обособленная технология, которая может использоваться за рамками криптовалют. Наиболее обосновано применение данной технологии в тех сферах и областях, где необходимо оптимизировать взаимоотношения между участниками социально-экономических систем [21]. В этом случае можно говорить о создании национальной системы учета профессиональных компетенций граждан и траекторий их развития на основе блокчейн-технологии. Такая система способна стать основой цифровой экономики государства. В дальнейшем она может быть интегрирована с подобными системами на международном уровне.

2. Особенности реализации технологии распределенных реестров и смарт-контрактов в системе учета профессиональных компетенций граждан

2.1. Выбор блокчейн-платформы

Технологию блокчейн можно рассматривать как защищенный от несанкционированного доступа цифровой реестр общего пользования, который ведет учет транзакций в публичной или закрытой одноранговой сети. Распределенный между всеми узлами сети реестр непрерывно записывает историю операций с активами между одноранговыми узлами сети в виде блоков информации. Таким образом, блокчейн выступает в качестве единого источника достоверных данных, а участники блокчейн-цепи видят только те транзакции, которые относятся именно к ним.

На основании вышесказанного авторами предлагается использовать универсальную блокчейн-платформу для организации системы учета профессиональных компетенций граждан. В основу системы положены открытые решения, в частности, в качестве блокчейн-платформы выбран публичный Ethereum, являющийся вторым по популярности блокчейн-проектом в мире после bitcoin [22]. На наш взгляд, данный проект наиболее удобен, поскольку позволяет решать более широкий класс задач, обеспечивая условия выполнения транзакций на основе технологии смарт-контрактов.

Кроме того, к числу достоинств платформы Ethereum относятся:

- ◆ возможность поддержки оптимального уровня безопасности из-за большого развертывания и процессов необратимости;

- ◆ обеспечение прозрачности публичного блокчейна, особенно с помощью франчайзинговых контрактов с открытым исходным кодом;

◆ наличие различных вариантов улучшений, особенно в отношении масштабируемости.

Таким образом, абсолютно объективно, блокчейн-платформа Ethereum предоставляет возможность не только создать безопасный и прозрачный общедоступный реестр, сохраняющий любые профессиональные достижения граждан на протяжении их жизни (профессиональный актив), но и обеспечить их учет с использованием технологии смарт-контрактов.

Факт получения сертификата, аттестата, диплома или любого другого документа об образовании может быть зарегистрирован в реестре любым образовательным учреждением, выдавшим соответствующий документ. В качестве валидаторов такой транзакции могут выступать государственные структуры, осуществляющие контроль в сфере образования.

2.2. Формирование индивидуального индекса уровня образования с использованием технологии смарт-контрактов

Технология смарт-контрактов может быть использована для оперативного пересчета индекса

уровня образования (education index, *EI*) граждан, зарегистрированных в системе учета профессиональных компетенций. Смарт-контракт активируется при наступлении определенных событий, связанных с изменением образовательного уровня или профессиональных компетенций граждан. Аналогично смарт-контракты могут быть использованы для пересчета рейтинга образовательных учреждений, центров, кафедр и преподавателей. Технически смарт-контракт представляет собой исходный код, записанный в блокчейн, который размещается в специальном блоке (программный контейнер). Также в блоке объединены все сообщения, имеющие отношение к этому смарт-контракту. Они являются входными и выходными данными алгоритма и при необходимости запускают определенные операции за пределами блокчейна.

На рисунке 1 представлен алгоритм выполнения транзакции при активации смарт-контракта для перерасчета образовательного индекса *EI* граждан на базе блокчейн-платформы Ethereum по факту регистрации изменения образовательного уровня или профессиональных компетенций участников системы.

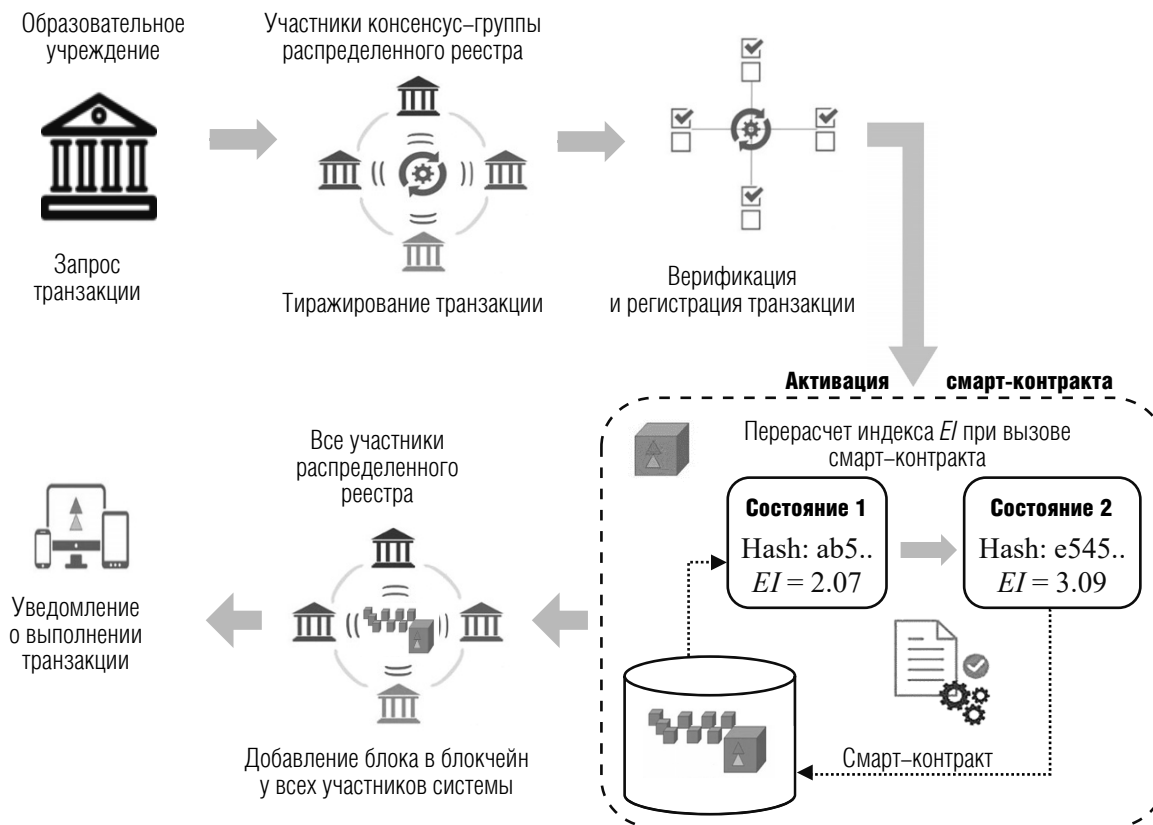


Рис. 1. Схема выполнения транзакции для системы учета компетенций граждан на базе блокчейн-платформы Ethereum

Инициатором такой транзакции может быть любое образовательное учреждение, зарегистрированное в системе учета профессиональных компетенций граждан и имеющее право на выдачу документа об образовании. Далее транзакция рассылается для верификации участникам распределенного реестра, имеющим право на ее регистрацию. В качестве таких участников могут выступать государственные учреждения, осуществляющие контрольно-надзорные функции в сфере образования. Все упомянутые участники, получая данные о предполагаемой транзакции, подтверждают их корректность путем достижения консенсуса.

В случае успешной регистрации транзакции, отражающей факт получения документа об образовании, автоматически активируется смарт-контракт и осуществляется перерасчет индекса уровня образования EI участника системы, для которого добавляется профессиональное достижение. Далее значение рассчитанного EI добавляется к транзакции, которая объединяется с другими транзакциями и формирует новый блок цифрового реестра. Этот блок занимает уникальное место в цепочке блокчейна и не поддается изменению. После этого обновленная цепочка тиражируется всем участникам распределенного реестра. Тогда транзакция считается завершенной.

2.3. Разработка модели балльно-рейтинговой системы учета профессиональных компетенций граждан

В основу разработанной модели балльно-рейтинговой системы учета профессиональных компетенций граждан положен расчет итогового индекса уровня образования EI участника, который целесообразно формировать в виде десятичной дроби. Цифра, стоящая слева от десятичной точки, отражает базовый уровень профессионального образования (basic level of education, BLE), определенный на законодательном уровне. Цифры, стоящие справа от десятичной точки, – суммарные рейтинговые баллы (educational level rating, ELR), отражающие профессиональные компетенции граждан. Эти баллы учитывают как значимость полученного документа об образовании, так и статус и образовательного учреждения, выдавшего данный документ.

Авторами работы предложена следующая методика формирования указанных показателей. Показатель BLE соответствует уровню образования, под которым понимается завершенный цикл образования, характеризующийся определенной единой совокупностью

требований. Согласно Федеральному закону «Об образовании в Российской Федерации» от 29.12.2012 № 273-ФЗ в России устанавливаются следующие уровни профессионального образования [23]:

1. Среднее профессиональное образование;
2. Высшее образование – бакалавриат;
3. Высшее образование – специалитет, магистратура;
4. Высшее образование – подготовка кадров высшей квалификации.

Следовательно, показатель BLE может принимать значения из диапазона от 1 до 4, отражающие соответствующий завершенный цикл образования.

Показатель ELR отражает суммарные накопленные профессиональные компетенции граждан. На наш взгляд, обосновано начислять определенное количество баллов за каждый выданный документ об образовании, число которых соответствует уровню значимости этого документа (level of the educational document, LED), умноженному на весовой коэффициент (rating of educational institution, REI), отражающий рейтинг образовательного учреждения, выдавшего соответствующий документ. Тогда показатель ELR может быть рассчитан по формуле:

$$ELR = \sum_{i=1}^n LED_i \cdot REI_i, \quad (1)$$

где n – общее число выданных и зарегистрированных в системе документов об образовании.

Таким образом, итоговый индекс уровня образования EI может быть представлен в следующей форме:

$$EI: BLE.ELR \quad (2)$$

Например, запись EI в виде: 2.13 будет означать, что обладатель данного индекса имеет высшее образование – бакалавриат, и его суммарный образовательный рейтинг составляет 13.

Представленную схему расчета итогового индекса уровня образования EI реализует смарт-контракт, который активируется всякий раз при успешной регистрации транзакции, отражающей факт получения документа об образовании.

Для реализации смарт-контракта на платформе Ethereum был создан язык программирования Solidity, который близок по синтаксису к JavaScript и является Тьюринг-полным. Используя синтаксис языка Solidity, состояние контракта может быть представлено двумя переменными BLE и ELR типа

uint8, которые обрабатываются и хранятся в состоянии блока независимо. Это связано с тем, что на данный момент числа с фиксированной точкой пока не полностью поддерживаются в Solidity. На будущее зарезервированы ключевые слова `fixed` / `ufixed`: знаковое и беззнаковое число с фиксированной точкой различного размера.

Для удобства восприятия индекс *EI* в любой момент может быть представлен в формате *BLE.ELR* путем конвертации *BLE* и *ELR* в строковый формат.

2.4. Организация взаимодействия участников системы учета профессиональных компетенций

Благодаря технологии блокчейн, каждый зарегистрированный участник системы может легко проверить свои достижения и *EI*, выстроив полную хронологическую цепочку. Проблема авторизации решается за счет использования криптографии с открытым ключом. Каждому пользователю системы выдается пара из секретного и открытого ключа. Открытый ключ может быть без проблем опубликован для определения цифровой личности пользователя, так как секретный ключ невозможно вывести из открытого. Таким образом, будет сформирован цифровой реестр интеллектуальных активов при соблюдении принципа неизменности и достоверности всех внесенных в него данных.

В тоже время следует отметить сложность прямой адаптации открытого блокчейна для организации оптимального взаимодействия всех участников системы, а главное — для обеспечения контроля со стороны надзорных органов в сфере образования. В этом случае целесообразно создать более контролируемую среду управления распределенными реестрами при построении системы учета профессиональных компетенций граждан. Здесь надо учитывать, что технология блокчейн может использоваться для организации реестров двух форм: открытой и закрытой [24]. Каждая из форм организации реестра определяет доступ к данным и имеет свою архитектуру. В работе [25] раскрыто понятие эксклюзивного блокчейна (*permissioned blockchain*), в котором обработка транзакций осуществляется определенным списком субъектов с установленными личностями. Создание блоков в эксклюзивном блокчейне не требует «доказательства работы» по алгоритму *proof-of-work* [26]. Здесь могут использоваться хорошо изученные алгоритмы консенсуса с аутентифицированными участни-

ками, например, *Practical Byzantine Fault Tolerance (PBFT)* [27]. Учитывая данные особенности, при создании системы учета профессиональных компетенций граждан, авторами взята за основу технология эксклюзивного блокчейна и предложена следующая организация блокчейн-сети (рисунки 2).

Организационную структуру блокчейн-цепи можно представить тремя уровнями, группирующими ноды по функциональным ролям в системе учета профессиональных компетенций граждан:

1. Уровень консенсуса — узлы, активно участвующие в формировании блокчейна, постоянно группирующие входящие транзакции в блоки и распространяющие их по сети. Эти узлы обладают правами на верификацию и регистрацию новых транзакций в системе. Роль таких узлов могут взять на себя государственные учреждения, осуществляющие надзор в сфере образования.

2. Уровень аудита — узлы, которые не участвуют в процессе консенсуса, однако имеют у себя полную копию блокчейна. Такие узлы автоматически проверяют работу группы консенсуса и занимаются распределением нагрузки по сети, выполняя функцию своеобразной сети доставки контента для данных блокчейна. Роль таких узлов могут взять на себя непосредственно образовательные учреждения, осуществляющие выдачу документа об образовании.

3. Уровень легких клиентов — узлы, не имеющие полной версии блокчейна и содержащие лишь те данные, которые важны для узла. Поэтому они являются хорошим вариантом для конечных пользователей, компетенции которых фиксируются. Такие узлы позволяют эффективно отслеживать индивидуальный *EI* и другие показатели системы учета профессиональных компетенций. Легкие клиенты требуют меньше вычислительных ресурсов и объемов памяти, поэтому могут работать на мобильных платформах.

Таким образом, валидаторами транзакций глобального реестра учета профессиональных достижений граждан должны выступать образовательные учреждения, с одной стороны, и государственные структуры, осуществляющие контроль в сфере образования, с другой. Однако, доступ к данным в реестре целесообразно сделать открытым. Такими данными смогут воспользоваться, например, вузы для принятия решения о перезачете ранее изучаемых дисциплин при смене студентом места обучения, либо работодатели, осуществляющие поиски специалистов на вакантные места.

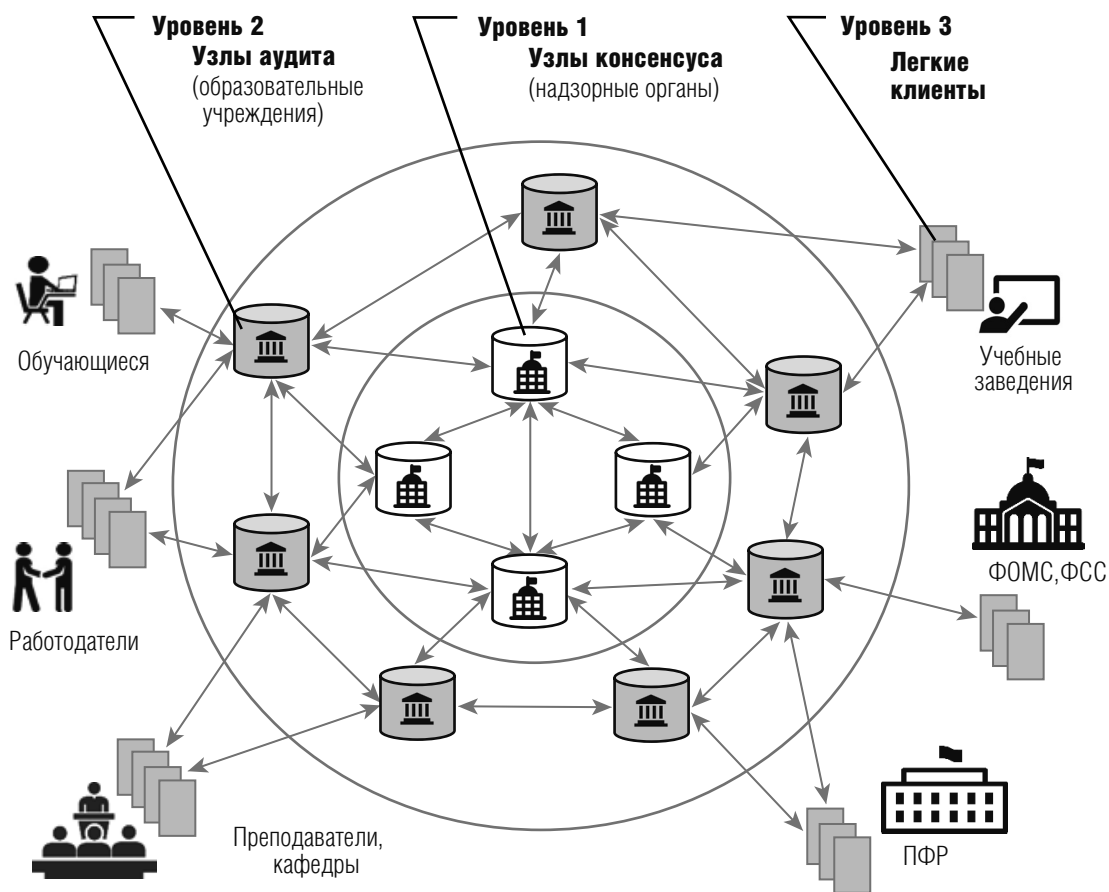


Рис. 2. Модель организационной структуры образовательной сферы на основе блокчейн-сети

Заключение

В рамках данного исследования предложена технология организации системы учета профессиональных компетенций граждан. На базе блокчейн-платформы Ethereum рассмотрен алгоритм расчета ключевых показателей индекса уровня образования ЕІ. Также разработана модель балльно-рейтинговой системы формирования этих показателей. Приведена общая структура исходного кода смарт-контракта, написанного на языке Solidity, реализующего предложенный алгоритм.

На основе анализа форм распределенных реестров обосновано применение эксклюзивной формы блокчейна для организации цифрового национального реестра профессиональных достижений граждан, которая имеет определенные преимущества. Во-первых, это низкая стоимость транзакций, поскольку проверка их валидности проводится доверенными и высокопроизводительными узлами вместо десятков тысяч пользовательских устройств, как в случае с общедоступными сетями. Во-вторых,

реализуется полный контроль над системой со стороны государственных структур по надзору в сфере образования.

В работе выделены преимущества создания безопасного распределенного реестра, сохраняющего любые профессиональные достижения граждан на протяжении их жизни. В ходе исследования показано, что такой реестр может стать основой национальной системы учета профессиональных компетенций граждан и траекторий их развития. В дальнейшем распределенный реестр профессиональных достижений граждан поможет подтверждать фактическую квалификацию выпускников школ или студентов.

Если учебные заведения будут регистрировать выданные дипломы об образовании или сертификаты об обучении в такой системе, то потенциально работодателю не составит труда убедиться в том, что соискатели действительно проходили обучение в данном вузе или на курсах, а не представили фальшивый диплом. Такими данными, которые будут находиться в открытом доступе, смогут воспользоваться инвесторы, находящиеся в поиске перспективных

дипломных работ и кадров. Технология будет полезной и в случае прохождения онлайн-обучения. Создание системы учета профессиональных компетенций граждан на основе блокчейн является важным этапом при переходе к цифровой экономике.

Основная трудность при эксплуатации предложенной системы состоит в достижении баланса между защитой интересов участников системы и удовлетворением более широких интересов и потребностей общества. ■

Литература

1. Новикова А.В. Состояние, проблемы и перспективы развития человеческого капитала в научной сфере Российской Федерации // Вестник Брянского государственного технического университета. 2016. № 5 (53). С. 262–266.
2. Новикова А.В., Шлемина И.В., Махова В.В. Человеческий капитал и направления повышения эффективности его использования // Экономика и предпринимательство. 2016. № 4, ч. 2 (69–2). С. 717–720.
3. Программа «Цифровая экономика Российской Федерации». Утверждена Распоряжением Правительства Российской Федерации от 28 июля 2017 г. № 1632-р.
4. Стратегия развития информационного общества в Российской Федерации на 2017–2030 годы. Утверждена Указом Президента Российской Федерации от 9 мая 2017 г. № 203.
5. Bataev A.V. Analysis and development the digital economy in the world // Proceedings of the 31st IBIMA Conference (IBIMA 2018). Milan, Italy, 25–26 April 2018. P. 61–71.
6. Drescher D. Blockchain basics: A non-technical introduction in 25 steps. Frankfurt am Main: Apress, 2017.
7. Harvey C.R. Cryptofinance // SSRN, 2014. [Электронный ресурс]: https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=2438299 (дата обращения 12.09.2018).
8. Russell J. IBM is using the blockchain to speed up and simplify cross-border payments // Oath Tech Network. 2017. [Электронный ресурс]: <https://techcrunch.com/2017/10/16/ibm-cross-border-payments-blockchain/> (дата обращения 12.09.2018).
9. Grech A., Camilleri A.F. Blockchain in education / JRC Science for Policy Report. Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2017.
10. Heo J.C. Electronic apparatus, audio system and audio output method / U.S. Patent Application No. 15/233,191. 2017.
11. O’Leary R.R. Malta’s government is putting academic certificates on a blockchain / Coindesk, 2017. [Электронный ресурс]: <https://www.coindesk.com/maltas-government-putting-academic-certificates-blockchain/> (дата обращения 10.09.2018).
12. Durant E., Trachy A. Digital diploma debuts at MIT // Massachusetts Institute of Technology, 2017. [Электронный ресурс]: <http://news.mit.edu/2017/mit-debuts-secure-digital-diploma-using-bitcoin-blockchain-technology-1017> (дата обращения 06.09.2018).
13. Nakamoto S. Bitcoin: A peer-to-peer electronic cash system / 2008. [Электронный ресурс]: <https://bitcoin.org/bitcoin.pdf> (дата обращения 10.09.2018).
14. Swan M. Blockchain: Blueprint for a new economy. O’Reilly Media, 2015.
15. Grinberg R. Bitcoin: An innovative alternative digital currency // Hastings Science & Technology Law Journal. 2011. No. 4. P. 160.
16. Werbach K., Cornell N. Contracts ex machina // Duke Law Journal. 2017. No. 67. P. 313–382.
17. Aune R.T., Krellenstein A., O’Hara M., Slama O. Footprints on a blockchain: Trading and information leakage in distributed ledgers // Journal of Trading. 2017. Vol. 12. No. 3. P. 5–13.
18. Davidson S., De Filippi P., Potts J. Disrupting governance: The new institutional economics of distributed ledger technology. // SSRN, 2016. [Электронный ресурс]: https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=2811995 (дата обращения 12.09.2018).
19. Намиот Д.Е., Куприяновский В.П., Синягов С.А. Инфокоммуникационные сервисы в умном городе // International Journal of Open Information Technologies. 2016. Vol. 4. No. 4. P. 1–9.
20. Михеенко О.В., Новиков С.П., Новиков П.В. Биометрическая аутентификация личности на основе блокчейн-технологии как непременное условие цифровой экономики // Вестник Брянского государственного технического университета. 2018. № 6 (67). С. 76–83.
21. Olleros F.X., Zhegu M., eds. Research handbook on digital transformations. Edward Elgar Publishing, 2016.
22. Tapscott D., Tapscott A. Blockchain revolution: How the technology behind bitcoin is changing money, business and the world. N.Y.: Portfolio Penguin, 2016.
23. Федеральный закон Российской Федерации «Об образовании в Российской Федерации» от 29 декабря 2012 г. № 273-ФЗ.
24. Distributed Ledger Technology: beyond block chain / A report by the UK Government Chief Scientific Adviser. London: Government Office for Science, 2016.
25. Garzik J. Public versus private blockchains / BitFury Group, 2015. [Электронный ресурс]: <https://bitfury.com/content/downloads/public-vs-private-pt1-1.pdf> (дата обращения 12.09.2018).
26. Can we afford integrity by proof-of-work? Scenarios inspired by the bitcoin currency / J. Becker [et al.] // The economics of information security and privacy. Berlin, Heidelberg: Springer, 2013. P. 135–156.
27. Lamport L., Shostak R., Pease M. The Byzantine generals problem // ACM Transactions on Programming Languages and Systems (TOPLAS). 1982. Vol. 4. No. 3. P. 382–401.

Digital registry of professional competences of the population drawing on distributed registries and smart contracts technologies²

Sergey P. Novikov

*Associate Professor, Department of Information Technology
Bryansk State Technological University of Engineering
Address: 3, Stanke Dimitrov Avenue, Bryansk, 241037, Russia
E-mail: spnovikov@gmail.com*

Olga V. Mikheenko

*Associate Professor, Department of Public Administration and Finance
Bryansk State Technological University of Engineering
Address: 3, Stanke Dimitrov Avenue, Bryansk, 241037, Russia
E-mail: miheenkoov@mail.ru*

Natalia A. Kulagina

*Professor, Director of Engineering and Economics Institute
Bryansk State Technological University of Engineering
Address: 3, Stanke Dimitrov Avenue, Bryansk, 241037, Russia
E-mail: kulaginana2013@yandex.ru*

Oleg D. Kazakov

*Associate Professor, Head of Department of Information Technology
Bryansk State Technological University of Engineering
Address: 3, Stanke Dimitrov Avenue, Bryansk, 241037, Russia
E-mail: kod8383@mail.ru*

Abstract

At a time when the digital economy is emerging, the preservation and multiplication of intellectual capital, which is currently a key factor in social development, are paramount. The national economy's orientation toward the use of modern achievements of the digital industry will contribute to a faster transition to the global information society. Digitalization of education will make it possible to use the latest scientific achievements for the development of other areas of life in society.

This study presents a model that applies distributed registry technologies based on blockchains and smart contracts for the reliable storage and efficient use of data relating to the population's professional competencies. This model aims to create a unified information environment for interaction between all the actors of the economic system. The authors developed the model for registering professional competencies of the population and their developmental paths based on modern digital technologies. We substantiate the efficiency and security assured by blockchain technology for information storage and transmission. Educational institutions of all levels, governmental authorities controlling education, and people taking part in the educational process are the basic actors of the system presented.

The proposed model presents the educational level and professional skills of each registered person as an education index (EI), which keeps track of all educational achievements and professional competencies of the participant over their lifetime. When calculating the EI, the authors also propose to consider ratings of the educational institutions responsible for the participant's professional skills. The implementation of the EI will significantly simplify the process of employing graduates from various educational institutions, as well as the college admissions process. In addition, analytic tools could be used to create ratings of colleges, school departments, and even specific teachers. The registry of professional competencies we developed is directed at the processing and storage of large volumes of data (Big Data). In the future, this will allow us to open access to the registry to employers, pension insurance funds, and other state authorities that require complete and reliable personal data.

² This study was supported by the Russian Foundation for Basic Research, project No. 18-410-320002\18 "The concept of innovative management of the development of regional economy in the digitalization era: a project-based approach"

Key words: digital economy; professional competencies; blockchain; smart contract; digital registry; digitalization of education; cryptography.

Citation: Novikov S.P., Mikheenko O.V., Kulagina N.A., Kazakov O.D. (2018) Digital registry of professional competences of the population drawing on distributed registries and smart contracts technologies. *Business Informatics*, no. 4 (46), pp. 43–53. DOI: 10.17323/1998-0663.2018.4.43.53

References

1. Novikova A.V. (2016) Sostoyanie, problemy i perspektivy razvitiya chelovecheskogo kapitala v nauchnoy sfere Rossiyskoy Federatsii [State, problems and prospects of human capital development in the scientific sphere of the Russian Federation]. *Bulletin of Bryansk State Technical University*, no. 5 (53), pp. 262–266 (in Russian).
2. Novikova A.V., Shlemina I.V., Makhova V.V. (2016) Chelovecheskiy kapital i napravleniya povysheniya effektivnosti ego ispol'zovaniya [Human capital and ways to improve the efficiency of its use]. *Economics and Entrepreneurship*, vol. 10, no. 4–2, pp. 717–720 (in Russian).
3. The Government of the Russian Federation (2017) *Programma "Tsifrovaya ekonomika Rossiyskoy Federatsii"* [Program "Digital economy of the Russian Federation"]. Approved by the Order of the Government of the Russian Federation, 28 July 2017, no. 1632-p (in Russian).
4. The President of the Russian Federation (2017) *Strategiya razvitiya informatsionnogo obschestva v Rossiyskoy Federatsii na 2017–2030 gody* [The strategy of information society development in the Russian Federation for 2017–2030]. Approved by the Decree of the President of the Russian Federation, 9 May 2017, no. 203 (in Russian).
5. Bataev A.V. (2018) Analysis and development the digital economy in the world. Proceedings of the *31st IBIMA Conference (IBIMA 2018), Milan, Italy, 25–26 April 2018*, pp. 61–71.
6. Drescher D. (2017) *Blockchain basics: A non-technical introduction in 25 steps*. Frankfurt am Main: Apress.
7. Harvey C.R. (2014) Cryptofinance. *SSRN*. Available at: https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=2438299 (accessed 12 September 2018).
8. Russell J. (2017) IBM is using the blockchain to speed up and simplify cross-border payments. *Oath Tech Network*. Available at: <https://techcrunch.com/2017/10/16/ibm-cross-border-payments-blockchain/> (accessed 12 September 2018).
9. Grech A., Camilleri A.F. (2017) *Blockchain in education. JRC Science for Policy Report*. Luxembourg: Publications Office of the European Union.
10. Heo J.C. (2017) *Electronic apparatus, audio system and audio output method*. U.S. Patent Application No. 15/233,191.
11. O'Leary R.R. (2017) Malta's government is putting academic certificates on a blockchain. *Coindesk*. Available at: <https://www.coindesk.com/maltas-government-putting-academic-certificates-blockchain/> (accessed 10 September 2018).
12. Durant E., Trachy A. (2017) Digital diploma debuts at MIT. *Massachusetts Institute of Technology*. Available at: <http://news.mit.edu/2017/mit-debuts-secure-digital-diploma-using-bitcoin-blockchain-technology-1017> (accessed 06 September 2018).
13. Nakamoto S. (2008) *Bitcoin: A peer-to-peer electronic cash system*. Available at: <https://bitcoin.org/bitcoin.pdf> (accessed 10 September 2018).
14. Swan M. (2015) *Blockchain: Blueprint for a new economy*. O'Reilly Media.
15. Grinberg R. (2011) Bitcoin: An innovative alternative digital currency. *Hastings Science & Technology Law Journal*, no. 4, p. 160.
16. Werbach K., Cornell N. (2017) Contracts ex machina. *Duke Law Journal*, no. 67, pp. 313–382.
17. Aune R.T., Krellenstein A., O'Hara M., Slama O. (2017) Footprints on a blockchain: Trading and information leakage in distributed ledgers. *Journal of Trading*, vol. 12, no. 3, pp. 5–13.
18. Davidson S., De Filippi P., Potts J. (2016) Disrupting governance: The new institutional economics of distributed ledger technology. *SSRN*. Available at: https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=2811995 (accessed 12 September 2018).
19. Namiot D.E., Kupriyanovsky V.P., Sinyagov S.A. (2016) Infokommunikatsionnye servisy v umnom gorode [Info-communication services in the Smart City]. *International Journal of Open Information Technologies*, vol. 4, no. 4, pp. 1–9 (in Russian).
20. Mikheenko O.V., Novikov S.P., Novikov P.V. (2018) Biometricheskaya autentifikatsiya lichnosti na osnove blokcheyn-tekhnologii kak nepremennoe uslovie tsifrovoy ekonomiki [Biometric authentication of personality on the basis of blockchain technology as an indispensable condition of digital economy]. *Bulletin of Bryansk State Technical University*, no. 6 (67), pp. 76–83 (in Russian).
21. Olleros F.X., Zhegu M., eds. (2016) *Research handbook on digital transformations*. Edward Elgar Publishing.
22. Tapscott D., Tapscott A. (2016) *Blockchain revolution: How the technology behind bitcoin is changing money, business and the world*. N.Y.: Portfolio Penguin.
23. Federal Law of the Russian Federation (2012) *Ob obrazovanii v Rossiyskoy Federatsii* [On education in the Russian Federation], 29 December 2012, no. 273-FZ (in Russian).
24. The UK Government Chief Scientific Adviser (2016) *Distributed Ledger Technology: beyond block chain*. London: Government Office for Science.
25. Garzik J. (2015) *Public versus private blockchains*. Available at: <https://bitfury.com/content/downloads/public-vs-private-pt1-1.pdf> (accessed 12 September 2018).
26. Becker J., Breuker D., Heide T., Holler J., Rauer H.P., Bohme R. (2013) Can we afford integrity by proof-of-work? Scenarios inspired by the bitcoin currency. *The economics of information security and privacy*. Berlin, Heidelberg: Springer, pp. 135–156.
27. Lamport L., Shostak R., Pease M. (1982) The Byzantine generals problem. *ACM Transactions on Programming Languages and Systems (TOPLAS)*, vol. 4, no. 3, pp. 382–401.