

УДК 004.42+004.75

ЦИФРОВОЙ ПАСПОРТ КАРЬЕРНОЙ ТРАЕКТОРИИ, ОСНОВАННЫЙ НА ТЕХНОЛОГИИ РАСПРЕДЕЛЕННЫХ РЕЕСТРОВ

А. И. Шайфутдинов¹, А. Ф. Хасьянов²

*Высшая школа информационных технологий и интеллектуальных систем,
Казанский (Приволжский) федеральный университет*

¹aidarshaifutdinov@gmail.com, ²ak@it.kfu.ru

Аннотация

Рассмотрены проблемы, связанные с документальным сопровождением процесса трудоустройства и фиксации трудового стажа. Сегодня эти задачи решаются через бумажные контракты и, в Российской Федерации, посредством «трудовых книжек». Предлагается заменить существующий бумажный документооборот программным решением, основанным на технологии распределенных реестров (блокчейн) и смарт-контрактах.

Ключевые слова: трудовые отношения, трудовой стаж, бумажный документооборот, блокчейн, смарт-контракты, цифровизация, децентрализованные приложения, Ethereum, Solidity, IPFS

ВВЕДЕНИЕ

На сегодняшний день в процессах, связанных с трудоустройством, существуют сложности, с которыми приходится сталкиваться как работодателям, так и соискателям. Основные проблемы таковы:

1. Существующие технологии бумажного документооборота не эффективны, не эргономичны, не прозрачны и плохо масштабируемы [1], вследствие чего компании несут материальные издержки, а работники несут на себе риски, связанные с утерей документов, подтверждающих их трудовой стаж [2, 3].

2. По данным CareerBuilder, на сентябрь 2017 года более 58% соискателей размещают в резюме недостоверные данные о себе [4]. При этом не существует технологии, которая бы позволяла работодателям эффективно получать достоверные данные о карьерной траектории и достижениях соискателей. Как

следствие, HR-специалистам приходится проверять прошлые места работы, рекомендации и другие данные, тратя при этом время и деньги компании.

Для решения проблем, описанных выше, была поставлена цель оцифровать трудовые отношения, разработав децентрализованный программный продукт, основанный на технологии распределенных реестров (блокчейн), который предоставляет работодателям и соискателям возможность взаимодействовать и вести трудовые отношения друг с другом напрямую в цифровом формате. Помимо очевидных преимуществ цифровизации, среди которых: простота использования и поиска, скорость и эффективность работы, доступность, эргономичность, масштабируемость и безопасность, использование блокчейна позволяет добиться качественного прогресса по сравнению с традиционными централизованными электронными системами, а именно:

1. Обеспечивается прозрачность процесса трудоустройства и карьерной траектории каждого человека благодаря тому, что любая запись (например, о том, что человек устроился на работу в компанию) подтверждается обеими сторонами при помощи криптографической системы с открытым ключом (англ. public-key cryptography).

2. Обеспечиваются неизменяемость и надежность хранения данных, так как они распределены между всеми участниками сети и, следовательно, в системе отсутствует единая точка отказа (англ. single point of failure).

Для достижения поставленной цели было необходимо решить следующие задачи:

- идентификация пользователей;
- фиксация трудовых отношений в блокчейне с последующей возможностью подтверждения трудового стажа;
- обеспечение конфиденциальности данных о трудовых отношениях компании и работника: размер заработной платы, различные детали и условия, описанные в договоре или контракте.

ОБЗОР СУЩЕСТВУЮЩИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Для рынка труда всегда были актуальны вопросы достоверности данных и портфолио людей. С появлением и началом повсеместных попыток применения

технологии блокчейн мы видим все больше различных исследований и решений в этой области, некоторые из которых рассмотрим подробнее.

Например, в [5] описана концепция единой децентрализованной платформы для профессионалов в различных областях, которая бы «верифицировала опыт и достижения соискателей, позволяя им монетизировать свои навыки, и помогала компаниям в вопросах подбора персонала, предоставляя достоверную информацию о соискателях». Этот проект использует платформу Ethereum. Для вознаграждения талантливых соискателей предлагается использовать специальный токен. Недостатком данного решения является то, что верификация опыта и достижений соискателей производится самими пользователями системы пост-фактум на основе репутационной модели, что не дает объективных гарантий достоверности информации.

В [6] описана концепция системы хранения и управления персональными портфолио субъектов, основанная на блокчейне. В портфолио могут входить любые личные данные – от удостоверения личности до диплома о высшем образовании; эти данные представляются в виде персональных цифровых артефактов (англ. *personal digital artifact*). Определяются следующие роли:

- субъект – владелец своего портфолио;
- сертифицирующие сущности – институты, подтверждающие определенные записи в портфолио субъекта (например, университет или работодатель);
- клиенты – компании, нуждающиеся в подтверждении данных о субъекте, которые пользуются услугами сертифицирующих сущностей.

Чтобы получить цифровой сертификат, например, об образовании, субъект должен направить запрос своему высшему учебному заведению для подтверждения факта обучения и выпуска сертификата. Преимуществом данной концепции является то, что для непосредственного внесения записей в блокчейн предлагается использовать алгоритм консенсуса *Delegated Proof of Stake*, который является более эффективным с точки зрения потребляемой энергии, чем *Proof of Work*.

В данной работе предложена практическая реализация описанной концепции со следующими модификациями:

- роль клиента совпадает с ролью сертифицирующей сущности;

- вместо Delegated Proof of Stake используется Proof of Work.

Попытка решить проблемы, связанные с временными рабочими контрактами, при помощи технологии блокчейн предпринята в [7]. Всю совокупность трудовых взаимоотношений работодателей и соискателей, начиная с публикации вакансии и заканчивая оплатой труда, предлагается инкапсулировать в смарт-контрактах (англ. smart contract). Такие контракты могут представлять собой любую совокупность логических сценариев, представленных жестко запрограммированным алгоритмом и не подверженных изменениям. Такой подход должен помочь, с одной стороны, защитить права временных работников, а, с другой стороны, позволить работодателям гибко подстраиваться под изменчивые требования бизнеса, упростив процесс найма временных сотрудников. В рамках данной концепции предполагается наличие некой центральной сущности (англ. central authority), которая занимается авторизацией сторон и контролирует соблюдение законодательства. С одной стороны, это противоречит принципам децентрализованности, но в то же время может являться неким компромиссом между традиционными централизованными решениями и новым децентрализованным подходом.

Сравнение традиционных централизованных информационных систем, основанных на клиент-серверной архитектуре, и децентрализованных систем, основанных на технологии блокчейн, проведено в [8], где рассмотрены проблемы, связанные с достоверностью и подлинностью информации о людских ресурсах. К преимуществам децентрализованных решений относят: распределенное хранение данных, использование криптосистемы с открытым ключом для шифрования данных, открытость и неизменяемость. В статье также описана концепция системы управления данными о людских ресурсах на блокчейне. К ее недостаткам можно отнести использование закрытого блокчейна (англ. permissioned blockchain), где валидаторами могут выступать только заранее выбранные организации; то есть при определенных обстоятельствах права работников могут быть ущемлены в интересах организаций-валидаторов.

Одним из многообещающих сценариев использования технологии блокчейн являются фиксация и подтверждение академических достижений людей

(дипломы, сертификаты, информация о публикациях и научном вкладе) [9]. Возможность такого применения названной технологии рассмотрена в [10].

Holberton School – первая в мире школа, которая выдает своим выпускникам академические сертификаты, подкрепленные записью в блокчейне Bitcoin [11]. Такие записи являются публичным доказательством существования и подлинности соответствующих сертификатов.

Массачусетский технологический институт использовал блокчейн Bitcoin для выдачи цифровых версий дипломов своим выпускникам [12].

Sony Global Education планирует использовать технологию блокчейн для открытого и защищенного обмена академическими достижениями людей [13]. Компания запатентовала прототип платформы для управления образовательными портфолио [14].

Стоит также упомянуть о возможности использования технологии блокчейн для идентификации пользователей. Одним из передовых проектов в этой области является цифровая платформа идентификации Civic, реализованная на блокчейне Bitcoin [15]. Команда проекта решает задачу перехода от централизованной модели хранения персональных данных (англ. personally identifying information) к децентрализованной. Пользователь вносит различную информацию о себе, которая в зашифрованном виде хранится на его телефоне в виде дерева Меркла (англ. Merkle tree), а корневой хеш этого дерева записывается в блокчейн. Для подтверждения информации о пользователях привлекаются специальные идентификационные центры. Такой подход позволяет пользователям раскрывать только часть информации о себе при необходимости и легко проверять подлинность персональных данных.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ РЕШЕНИЯ

Для лучшего понимания архитектуры и особенностей предлагаемого решения необходимо подробнее остановиться на технологиях, лежащих в его основе.

Блокчейн лежит в основе первой известной пиринговой (англ. Peer-to-peer) платежной системы и одноименной цифровой валюты Bitcoin, которую некто под псевдонимом Satoshi Nakamoto представил в 2009 году [16]. Bitcoin объединил в себе уже известные на тот момент явления и понятия, такие, как:

- криптографическая система с открытым ключом;

- механизм консенсуса для отслеживания владельца монет, известный как Proof of Work.

По сути, блокчейн – это распределенный, открытый для расширения, но закрытый для изменений, прозрачный и надежный реестр для транзакций и данных любого рода. С технической точки зрения он представляет собой последовательность блоков транзакций, связанных между собой при помощи криптографической хеш-функции, где корректность каждого блока проверяется и подтверждается всеми участниками сети [17].

За время, прошедшее с момента появления Bitcoin, было представлено немало блокчейн-платформ с различными характеристиками и предоставляемыми возможностями, каждая из которых обладает своей спецификой и предполагает определенные сценарии использования. В [18] проведено сравнение трех наиболее проработанных и распространенных на данный момент фреймворков, поддерживающих смарт-контракты: Hyperledger Fabric, R3 Corda, Ethereum.

Hyperledger Fabric – это модульная блокчейн-платформа, предназначенная для проектирования и разработки крупных промышленных решений. R3 Corda – блокчейн-платформа, предназначенная исключительно для разработки решений в индустрии финансовых услуг. Обе платформы предоставляют ограниченный доступ к участию в консенсусе (англ. *Permissioned blockchain*). Только определенная группа участников сети имеет доступ к истории всех транзакций и возможность проверять и подтверждать корректность добавляемых данных.

Ethereum – универсальная блокчейн-платформа общего назначения, которая делает возможным разработку любых приложений в самых разных областях [19]. Платформа является полностью открытой (англ. *Public blockchain*) и предоставляет всем участникам единообразный доступ к участию в консенсусе. Все участники сети имеют доступ к истории всех транзакций и возможность проверять и подтверждать корректность добавляемых данных. Универсальная и открытая природа данной платформы лучше всего подходит для проектирования предлагаемого решения. Ethereum унаследовал многие принципы работы и свойства у Bitcoin, в том числе механизм консенсуса Proof of Work. Но есть и принципиальные отличия, главные из которых таковы:

- поддержка смарт-контрактов; смарт-контракты – как контракты из жизни; любая логика, представленная жестко запрограммированным алгоритмом; смарт-контракты разворачиваются непосредственно в блокчейне и исполняются на всех узлах сети;
- поддержка встроенного Тьюринг-полного (англ. Turing-complete) языка программирования Solidity, который используется для написания смарт-контрактов.

Так как Ethereum поддерживает Тьюринг-полный язык программирования и каждый может создать любое децентрализованное приложение с какими угодно правилами, определив их в смарт-контракте, разработчикам платформы необходимо было предотвратить возможность специфических атак, эксплуатирующих неразрешимость проблемы остановки (англ. Halting problem). Для этого каждая транзакция разбивается на конечное число операций, необходимых для ее выполнения. Каждой операции соответствует определенное число вычислительных шагов (англ. Gas), общее число которых для всех операций не может превышать заранее заданное значение (англ. Gas limit), которое в обязательном порядке указывается для всех транзакций.

Хочется обратить особое внимание на те особенности децентрализованных приложений, которые отличают их от традиционных централизованных приложений.

Архитектура традиционных веб-приложений (Рис. 1) подразумевает наличие сервера или группы серверов, которые отвечают за аутентификацию пользователей, то есть хранят данные учетных записей пользователей, за всю логику работы приложения и взаимодействия с пользователями, хранение и предоставление статических файлов, а также обмен сообщениями с другими сервисами. Пользователю в свою очередь предоставляется интерфейс взаимодействия с сервером.

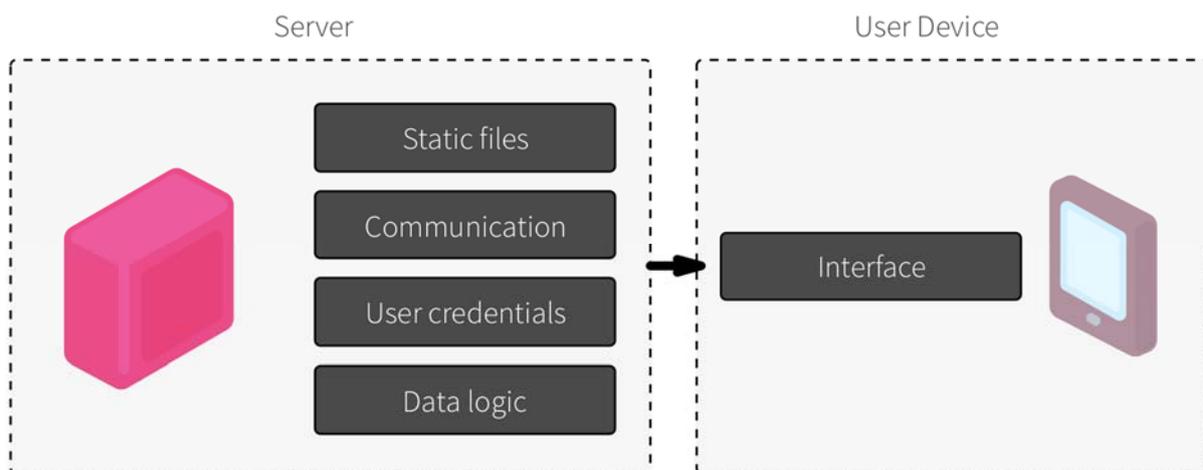


Рис. 1. Архитектура традиционных веб приложений [20]

Архитектура децентрализованных приложений (Рис. 2) также предполагает наличие пользовательского интерфейса, но, кроме этого, на пользователя ложится еще и задача по хранению данных своей учетной записи, конкретно – секретного ключа (англ. private key) в тайне, в то время как открытый ключ (англ. public key), составляющий пару секретному ключу, может свободно распространяться. Функции сервера по инкапсуляции логики работы приложения в данном случае выполняет блокчейн, в частности, смарт-контракты, к которым напрямую обращаются пользователи, используя свои ключи. Для хранения и предоставления по требованию статических файлов используются распределенные хранилища, такие, как Swarm и IPFS [21], а для обмена сообщениями между сервисами в настоящее время разрабатывается протокол Whisper.

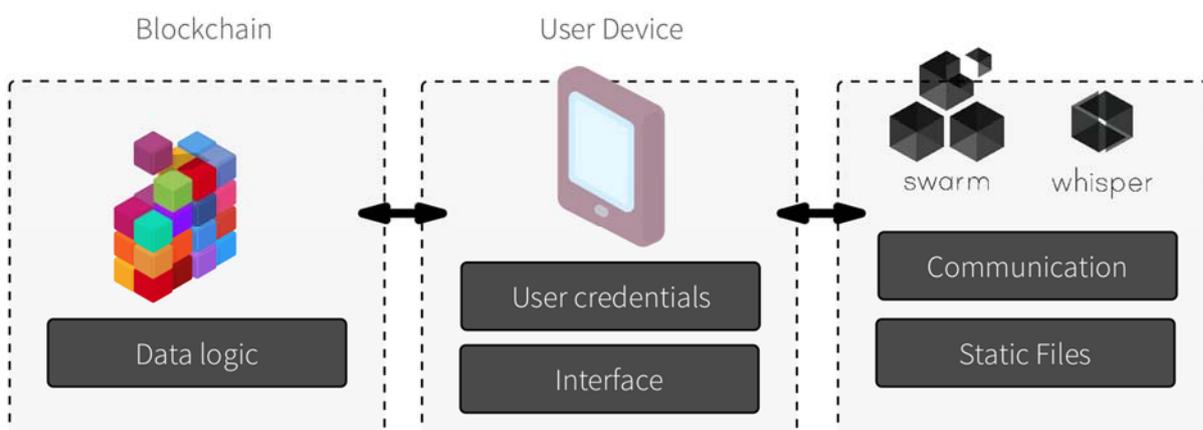


Рис. 2. Архитектура децентрализованных приложений [20]

РЕШЕНИЕ

В разработанном децентрализованном программном продукте можно выделить следующие основные компоненты (Рис. 3):

- пользовательский интерфейс;
- блокчейн Ethereum, а именно, смарт-контракты, описывающие участников системы и логику их взаимодействия, а также фиксирующие факты оформления трудовых отношений между ними;
- сервер, инкапсулирующий в себе ту часть логики работы приложения, которая не нуждается в свойствах блокчейна и может существовать за его рамками, тем самым не тратя лишние ресурсы; к такой функциональности можно отнести отправку предложения о работе и его согласование;
- распределенное хранилище IPFS, которое используется для хранения различных данных, таких, как данные профилей пользователей, открытые и секретные детали трудовых отношений, а также рекомендации, которые работники получают от своих работодателей. При этом в самом блокчейне хранятся только ссылки, соответствующие фрагментам этих данных.

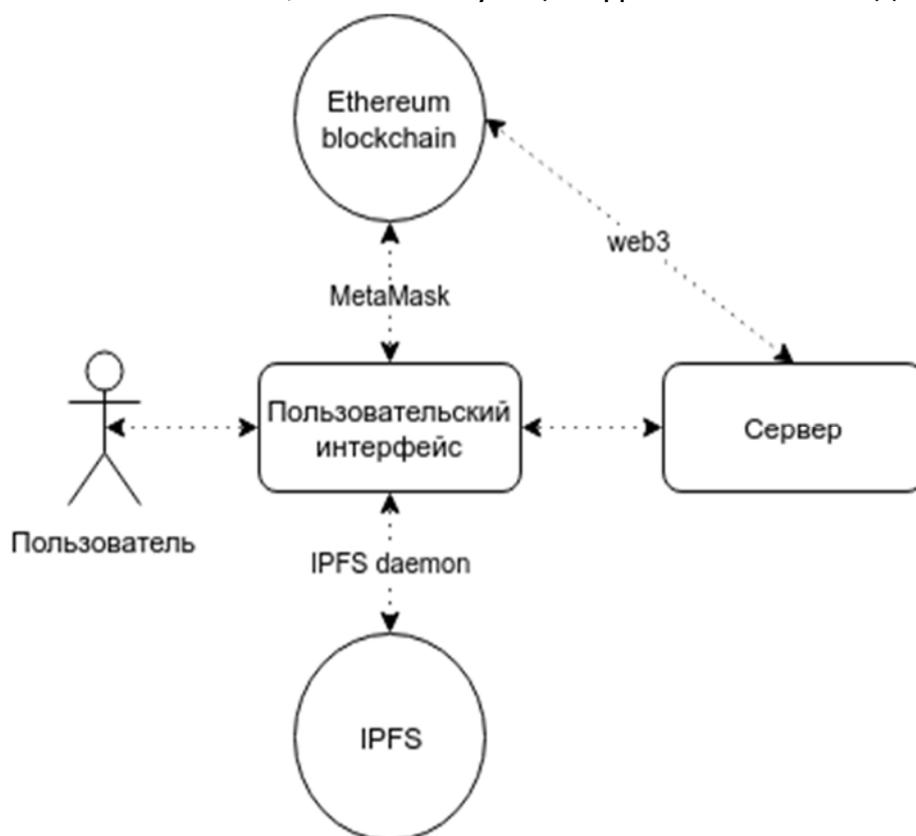


Рис. 3. Архитектура компонентов системы

Для взаимодействия пользовательского интерфейса с блокчейном Ethereum используется расширение для браузера MetaMask, которое предоставляет возможность хранения ключей и подписи транзакций на стороне пользователя. Важно заметить, что пользователь подписывает все транзакции локально и осуществляет полный контроль своих ключей. Для взаимодействия пользовательского интерфейса с распределенным хранилищем IPFS используется специальная программа, работающая в фоновом режиме, – демон IPFS. Для взаимодействия сервера с блокчейном Ethereum используется Javascript библиотека web3.js.

Рассмотрим задачу идентификации пользователей. Под идентификацией понимается процесс сопоставления цифровой и реальной сущностей (англ. identity), то есть проверка того, что пользователь действительно является тем, за кого себя выдает; будь то соискатель или представитель организации. В результате исследования различных решений в этой области был сделан вывод, что самый надежный и универсальный способ идентификации пользователей предоставляет Единая система идентификации и аутентификации (ЕСИА) [22]. Механизм аутентификации пользователей, использованный в программном интерфейсе ЕСИА, основан на спецификации OAuth 2.0, которая является своего рода стандартом и, следовательно, позволяет легко осуществлять интеграцию. Но, принимая во внимание тот факт, что процедура подключения к программному интерфейсу ЕСИА подразумевает наличие действующего юридического лица и удовлетворения других бюрократических требований, было принято решение отложить интеграцию предлагаемого решения с ЕСИА в качестве дальнейших планов. В рамках данной работы организации должны публично декларировать свой уникальный адрес, однозначно получаемый из открытого ключа, чтобы все пользователи могли убедиться в аутентичности организации, представленной на платформе, перейдя на ее информационный ресурс и сопоставив адреса. Идентификация соискателей в свою очередь доверена их первому работодателю, трудовые взаимоотношения с которым регистрируются при помощи данной системы.

На данный момент в системе есть два типа аккаунтов – соискатель и работодатель. При регистрации новые пользователи сами выбирают тип создаваемо-

го аккаунта и вводят соответствующие данные. Полученные данные сначала сохраняются в IPFS, после чего в памяти основного смарт-контракта сохраняется связка текущего адреса пользователя со ссылкой на его данные в IPFS. Такой замысловатый способ хранения данных мотивирован сугубо экономическими соображениями, о которых следует сказать подробнее.

Комиссия транзакции в сети Ethereum определяется количеством операций, необходимых для ее выполнения, и объемом оперируемых при этом данных. Теоретически чем меньше данных хранится в памяти смарт-контракта, тем меньше будет комиссия за его создание и эксплуатацию. Эта гипотеза была подтверждена экспериментально посредством сравнения двух разных смарт-контрактов:

1. В первом случае профили пользователей хранились непосредственно в памяти смарт-контракта в виде специально созданных структур данных. При создании нового аккаунта соответствующая структура инстанцировалась и сохранялась в памяти.
2. Во втором случае профили пользователей хранились в IPFS, а в памяти смарт-контракта сохранялась только соответствующая ссылка.

Полученные результаты говорят сами за себя: комиссия за создание второго смарт-контракта уменьшилась на 11% по сравнению с первым, а комиссия за создание нового аккаунта сократилась соответственно на 41%. Аналогичный подход к хранению данных применяется также и в других сценариях использования.

Работодатели имеют возможность искать подходящих кандидатов, просматривая портфолио соискателей. Процесс получения портфолио описан на диаграмме последовательности (англ. Sequence diagram) (Рис. 4). В случае взаимной заинтересованности работодатель может направить соискателю предложение о работе, включающее детали соглашения, подписанные цифровой подписью работодателя.

Для обеспечения конфиденциальности таких чувствительных деталей соглашения, как, например, размер заработной платы, детали соглашения делятся на две части: открытые и секретные (Рис. 5). К открытым данным среди прочих относятся: данные о приглашающей организации, предлагаемая должность и предварительная дата выхода на работу; к секретным данным: зарплата и дру-

гие условия, описанные в договоре или контракте. Открытые данные в исходном виде сохраняются в IPFS, тогда как секретные данные асимметрично шифруются при помощи секретного ключа работодателя-отправителя и открытого ключа соискателя-получателя, после чего в зашифрованном виде сохраняются в IPFS. Комбинация двух полученных в результате ссылок подписывается секретным ключом работодателя-отправителя. Все вышеперечисленные операции выполняются на стороне пользователя, после чего полученные предложения о работе отправляются на сервер.



Рис. 4. Диаграмма последовательности получения портфолио

Использование асимметричного шифрования гарантирует конфиденциальность чувствительных деталей соглашения – только соискатель-получатель может их расшифровать. Цифровая подпись работодателя-отправителя позволяет подтвердить аутентичность полученного предложения о работе и идентифицировать его отправителя.

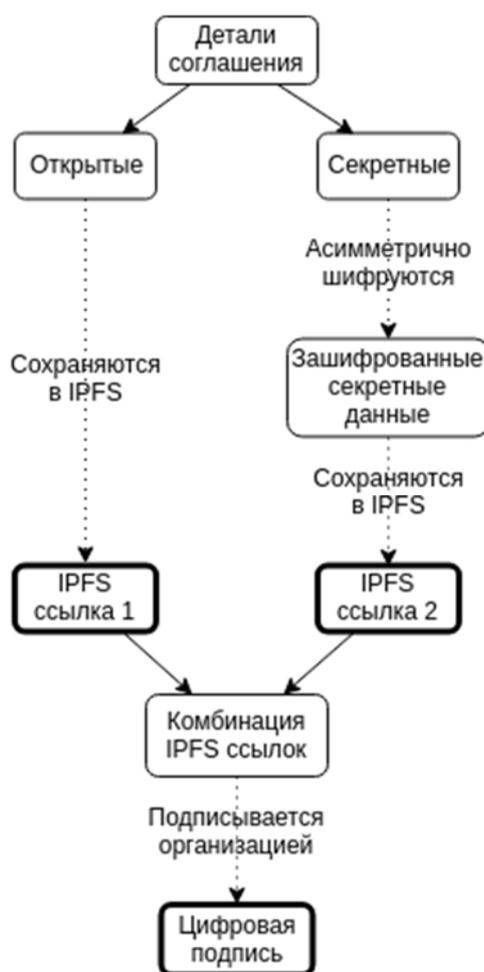


Рис. 5. Схема преобразования и подписи деталей соглашения

Соискатели всегда имеют доступ к своим портфолио и имеют возможность рассматривать полученные предложения о работе. В случае, если соискатель на данный момент нигде не работает, он может принять подходящее предложение, подписав детали соглашения своей цифровой подписью. Соответствующие данные отправляются на сервер, после чего в блокчейне будет создан новый смарт-контракт, инкапсулирующий в себе всю информацию о текущих трудовых отношениях, а в памяти основного смарт-контракта сохраняется связка адреса соискателя с адресом созданного смарт-контракта. Таким образом, факт оформления трудовых отношений надежно фиксируется в блокчейне вместе с актуальной временной меткой (англ. timestamp). Далее эту запись изменить будет нельзя, и она, фактически, является цифровым аналогом записи в трудовой книжке, включая подписи сторон, подлинность которых легко проверить (Рис. 6).



Рис. 6. Алгоритм проверки подлинности подписи

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Спроектирован и разработан децентрализованный программный продукт с открытым исходным кодом (англ. open-source) [23], основанный на технологии блокчейн, который предоставляет работодателям и соискателям возможность взаимодействовать и вести трудовые отношения друг с другом напрямую в цифровом формате.

К достоинствам данного решения можно отнести то, что в отличие от многих других работ и исследований приводятся не только концептуальное описание системы, но и практическая реализация с описанием деталей, важных для реального применения и внедрения.

Дальнейшие планы и направления исследования:

- совершенствование методов идентификации пользователей, интеграция с ЕСИА;
- добавление поддержки высших учебных заведений и возможности присвоения цифрового аналога академических сертификатов, подкрепленных записью в блокчейне;
- внедрение разработанного решения на базе Высшей школы информационных технологий и интеллектуальных систем Казанского федерального университета.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Кадникова Н.* Электронный документооборот: преимущества и недостатки //Кадровик. 2014. №. 1. С. 179.
2. *Сетдарова Л. Б.* Электронная трудовая книжка: Реалии и Перспективы //Гуманитарные и юридические исследования. 2013. № 2.
3. Исследование ВЦИОМ. URL: <https://wciom.ru/index.php?id=236&uid=116622>
4. Исследование CareerBuilder. URL: <http://www.careerbuilder.com/share/aboutus/pressreleasesdetail.aspx?sd=8/7/2014&id=pr837&ed=12/31/2014>
5. *Cherkasov A.* Decentralized Professional Platform of the Ethereum blockchain. URL: https://aworker.io/docs/Aworker_Whitepaper.pdf
6. *Chen Z., Zhu Y.* Personal Archive Service System using Blockchain Technology: Case Study, Promising and Challenging //AI & Mobile Services (AIMS), 2017 IEEE International Conference on. IEEE, 2017. P. 93–99.
7. *Pinna A., Ibba S.* A blockchain-based Decentralized System for proper handling of temporary Employment contracts //arXiv preprint arXiv:1711.09758. 2017.
8. *Wang X. et al.* Human resource information management model based on blockchain technology //Service-Oriented System Engineering (SOSE), 2017 IEEE Symposium on. IEEE, 2017. P. 168–173.
9. *Grech A. et al.* Blockchain in Education. Joint Research Centre (Seville site), 2017. №. JRC108255.
10. *Sharpley M., Domingue J.* The blockchain and kudos: A distributed system for educational record, reputation and reward //European Conference on Technology Enhanced Learning. Springer, Cham, 2016. P. 490–496.
11. *Holberton School to Authenticate Its Academic Certificates With the Bitcoin Blockchain.* URL: <http://www.marketwired.com/press-release/holberton-school-authenticate-its-academic-certificates-with-bitcoin-blockchain-2065768.htm>
12. *Durant E., Trachy A.* Digital Diploma debuts at MIT. URL: <http://news.mit.edu/2017/mit-debuts-secure-digital-diploma-using-bitcoin-blockchain-technology-1017>

13. *Sony Global Education Develops Technology Using Blockchain for Open Sharing of Academic Proficiency and Progress Records*. URL: <https://www.sony.net/SonyInfo/News/Press/201602/16-0222E/index.html>

14. *Electronic apparatus, method for electronic apparatus and information processing system*. URL: <https://patents.justia.com/patent/20170346637>

15. *Civic White paper*. URL: <https://tokensale.civic.com/CivicTokenSaleWhitePaper.pdf>

16. *Nakamoto S*. Bitcoin: A peer-to-peer electronic cash system. 2008.

17. *Evans P*. Thinking outside the blocks: a strategic perspective on blockchain and digital tokens. URL: <https://www.bcg.com/blockchain/thinking-outside-the-blocks.html>

18. *Valenta M., Sandner P*. Comparison of Ethereum, Hyperledger Fabric and Corda. FSBC Working Paper, 2017.

19. *Buterin V*. et al. A next-generation smart contract and decentralized application platform //white paper. 2014.

20. *Van de Sande A*. How to build serverless applications for Mist. URL: <https://blog.ethereum.org/2016/07/12/build-server-less-applications-mist>

21. *Benet J*. Ipfs-content addressed, versioned, p2p file system //arXiv pre-print arXiv:1407.3561. 2014.

22. Документация API ЕСИА. URL: <https://partners.gosuslugi.ru/catalog/esia>

23. *Шайфутдинов А*. Репозиторий на GitHub. URL: <https://github.com/paradisensei/CareerTracker>

CAREER DIGITAL PASSPORT BASED ON DISTRIBUTED LEDGER TECHNOLOGY

A. I. Shaifutdinov¹, A. F. Khasyanov²

Higher School of Information Technologies and Intelligent Systems, Kazan Federal University

¹aidarshaifutdinov@gmail.com, ²ak@it.kfu.ru

Abstract

This paper considers problems associated with the documentation of employment process and management of employment records. Today, these tasks are solved through paper contracts and, in the Russian Federation, through «labor books». In this paper a software solution based on distributed ledger technology (blockchain) and smart contracts is proposed to replace the existing paper workflow.

Keywords: *employment contracts, employment records, paper workflow, blockchain, smart contracts, digitalization, decentralized applications, Ethereum, Solidity, IPFS*

REFERENCES

1. *Kadnikova N.* Elektronnyy dokumentooborot: preimuschestva i nedostatki //Kadrovik. 2014. № 1. P. 179.
2. *Setdarova L.* Electronnaya trudovaya knizhka: Realii i Perspektivy//Gumanitarnye i yuridicheskie issledovaniya. 2013. № 2.
3. Issledovanie WCIOM. URL: <https://wciom.ru/index.php?id=236&uid=116622>
4. Issledovanie CareerBuilder. URL: <http://www.careerbuilder.com/share/aboutus/pressreleasesdetail.aspx?sd=8/7/2014&id=pr837&ed=12/31/2014>
5. *Cherkasov A.* Decentralized Professional Platform of the Ethereum blockchain. URL: https://aworker.io/docs/Aworker_Whitepaper.pdf
6. *Chen Z., Zhu Y.* Personal Archive Service System using Blockchain Technology: Case Study, Promising and Challenging //AI & Mobile Services (AIMS), 2017 IEEE International Conference on. IEEE, 2017. P. 93–99.

7. *Pinna A., Ibba S.* A blockchain-based Decentralized System for proper handling of temporary Employment contracts //arXiv preprint arXiv:1711.09758. 2017.
8. *Wang X. et al.* Human resource information management model based on blockchain technology //Service-Oriented System Engineering (SOSE), 2017 IEEE Symposium on. IEEE, 2017. P. 168–173.
9. *Grech A. et al.* Blockchain in Education. Joint Research Centre (Seville site), 2017. №. JRC108255.
10. *Sharples M., Domingue J.* The blockchain and kudos: A distributed system for educational record, reputation and reward //European Conference on Technology Enhanced Learning. Springer, Cham, 2016. P. 490–496.
11. *Holberton School to Authenticate Its Academic Certificates with the Bitcoin Blockchain.* URL: <http://www.marketwired.com/press-release/holberton-school-authenticate-its-academic-certificates-with-bitcoin-blockchain-2065768.htm>
12. *Durant E., Trachy A.* Digital Diploma debuts at MIT. URL: <http://news.mit.edu/2017/mit-debuts-secure-digital-diploma-using-bitcoin-blockchain-technology-1017>
13. *Sony Global Education Develops Technology Using Blockchain for Open Sharing of Academic Proficiency and Progress Records.* URL: <https://www.sony.net/SonyInfo/News/Press/201602/16-0222E/index.html>
14. Electronic apparatus, method for electronic apparatus and information processing system. URL: <https://patents.justia.com/patent/20170346637>
15. Civic White paper. URL: <https://tokensale.civic.com/CivicTokenSaleWhitePaper.pdf>
16. *Nakamoto S.* Bitcoin: A peer-to-peer electronic cash system. 2008.
17. *Evans P.* Thinking outside the blocks: a strategic perspective on blockchain and digital tokens. URL: <https://www.bcg.com/blockchain/thinking-outside-the-blocks.html>
18. *Valenta M., Sandner P.* Comparison of Ethereum, Hyperledger Fabric and Corda. FSBC Working Paper, 2017.
19. *Buterin V. et al.* A next-generation smart contract and decentralized application platform //white paper. 2014.

20. *Van de Sande A.* How to build serverless applications for Mist. URL: <https://blog.ethereum.org/2016/07/12/build-server-less-applications-mist>

21. *Benet J.* Ipfs-content addressed, versioned, p2p file system //arXiv pre-print arXiv:1407.3561. 2014.

22. *Dokumentatsiya API ESIA.* URL: <https://partners.gosuslugi.ru/catalog/esia>

23. *Shaifutdinov A.* *GitHub repository.* URL: <https://github.com/paradisensei/CareerTracker>.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ



ШАЙФУТДИНОВ Айдар Ильдарович – студент Высшей школы информационных технологий и интеллектуальных систем Казанского федерального университета. Сфера научных интересов – технология распределенных реестров (блокчейн), смарт-контракты.

Aidar Ildarovich SHAIFUTDINOV – student of Higher Institute of Information Technologies and Intelligent Systems of Kazan Federal University. Research interests include blockchain, smart contracts.

email: aidarshaifutdinov@gmail.com



ХАСЬЯНОВ Айрат Фаридович – директор Высшей школы информационных технологий и интеллектуальных систем Казанского федерального университета. Имеет степень PhD Боннского университета в области естественных наук. Сфера научных интересов лежит в области применения информационных и интеллектуальных технологий в области образования, различных отраслях информационных технологий и информатики.

Dr. Ayrat KHASYANOV obtained his PhD in Computer Science in 2005 from the University of Bonn in Germany. He serves his duty as the head of the Higher Institute for Information Technologies and Intelligent Systems at Kazan Federal University. His interests lay in the field of application of intelligent and information technology to the fields of teaching and learning, as well as various fields of information technology and computer science.

email: ak@it.kfu.ru

Материал поступил в редакцию 10 июня 2018 года