УДК 009.338.365

Макаров А.М.[1]
Киселев В.В.[2]
Писаренко Е.А.[3]
Постовалов С.С.[4]

МОДЕЛИ СТРУКТУРЫ ЖИЛИЩНО-КОММУНАЛЬНОГО ХОЗЯЙСТВА КАК ПРОСТРАНСТВЕННО-РАСПРЕДЕЛЕННОГО ОБЪЕКТА НА ОСНОВЕ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ БЛОКЧЕЙН И МЕТОДОВ КРИПТОГРАФИИ

Аннотация. В работе описаны алгоритмы взаимодействия поставщиков и потребителей жилищно-коммунальных услуг на основе технологии блокчейн, хэшчейн и методов криптографии. Разработаны блокчейн-процедуры заключения контракта на поставку коммунальных услуг, учета потребления, формирования счета на оплату и разрешения проблем. Предложенные методики позволяют как поставщикам, так и потребителям коммунальных услуг гарантировать точность и достоверность получаемых данных, а также их защиту и неуничтожаемость.

Ключевые слова: технология блокчейн, хэшчейн, криптография, ЖКХ

Makarov A.
Kiselev V.
Pisarenko E.
Postovalov S.

MODELS OF THE STRUCTURE OF HOUSING AND COMMUNAL SERVICES AS A SPATIALLY DISTRIBUTED OBJECT ON THE BASIS OF DIGITAL TECHNOLOGIES OF BLOCKCHAIN AND CRYPTOGRAPHY TECHNIQUES

Abstract. The paper describes the algorithms of interaction between suppliers and consumers of housing and communal services on the basis of blockchain technology, hashchain and cryptography methods. Blockchain procedures for concluding a contract for the supply of utilities, accounting for

[1] *Макаров Анатолий Михайлович*, доктор технических наук, профессор кафедры информационно-коммуникационных технологий, математики и информационной безопасности, Пятигорский государственный университет, г. Пятигорск, e-mail: mellin_22@mail.ru, т. (879)3400-000

Anatoly Makarov, Doctor of Technical Sciences, Professor, Department of Information and Communication Technologies, Mathematics and Information Security, Pyatigorsk State University, Pyatigorsk, e-mail: mellin_22@mail.ru, t. (879)3400-000

[2] *Киселев Виктор Васильевич*, доктор биологических наук, профессор кафедры информационно-коммуникационных технологий, математики и информационной безопасности, Пятигорский государственный университет, г. Пятигорск, e-mail: vikkiselev@yandex.ru, т. (879)3400-000

Victor Kiselev, Doctor of Biological Sciences, Professor, Department of Information and Communication Technologies, Mathematics and Information Security, Pyatigorsk State University, Pyatigorsk, e-mail: vikkiselev@yandex.ru, t. (879)3400-000

[3] *Писаренко Елена Анатольевна*, кандидат педагогических наук, доцент кафедры информационно-коммуникационных технологий, математики и информационной безопасности, Пятигорский государственный университет, г. Пятигорск, e-mail: gmu41@mail.ru, т. (879)3400-000

Elena Pisarenko, Ph.D. in Pedagogy, Associate Professor, Department of Information and Communication Technologies, Mathematics and Information Security, Pyatigorsk State University, Pyatigorsk, e-mail: vikkiselev@yandex.ru, t. [4] *Постовалов Степан Сергеевич*, преподаватель кафедры информационно-коммуникационных технологий, математики и информационной безопасности, Пятигорский государственный университет, г. Пятигорск, e-mail: poroh20100@yandex.ru, т. (879)3400-000

Stepan Postovalov, Lecturer, Department of Information and Communication Technologies, Mathematics and Information Security, Pyatigorsk State University, Pyatigorsk, e-mail: poroh20100@yandex.ru, t. (879)3400-000

consumption, forming an invoice for payment and resolving problems have been developed. The proposed methods allow both suppliers and consumers of public services to guarantee the accuracy and reliability of the data, as well as their protection and indestructibility.

Keywords: blockchain technology, hashchain, cryptography, housing and communal services

Одним из важных возможных направлений внедрения технологии блокчейн является сфера жилищно-коммунального хозяйства. Использование блокчейна при учете получаемых коммунальных услуг и оплате за них может сделать эти процессы абсолютно прозрачными, понятными и проверяемыми, что при существующей ныне системе оплаты ЖКХ имеет место далеко не всегда.

Переход мировой экономики и систем ее управления на цифровые технологии позволяет стимулировать их развитие в направлении градиента движения от региональных структур к глобальным социально-экономическим системам. В этом случае возникают задачи, требующие своего решения как в технической, так и гуманитарной сферах. Стоит особо выделить технологии блокчейн, которые буквально ворвались в цифровые системы управления, прихватив в свой актив методы криптографии. Использование технологии блокчейн позволяет ликвидировать лишних посредников в процессах управления, обеспечить целостность и достоверность данных, высокую степень защиты данных от фальсификации, их открытость. Особо следует отметить надежность сохранения персональных данных. Плата за эти преимущества – привлечение достаточно сложных и дорогостоящих криптостойких технологий, которые, в свою очередь, требуют информационной грамотности населения [1]. Как отмечено в [2]: «Обыватель, находясь в условии гибридной реальности, расценивает свое бытие как «ситуацию настороже», постоянно чувствуя уязвимость под натиском масштабной цифровизации, простирающейся вплоть до привычного пространства самой жизни. Иными словами, цифровой мир, пронизывая все существующее, породил цифровую среду обитания». Внедрение новых информационных технологий решило многие задачи, такие как автоматизация учета потребляемых услуг и их оплаты, ведение личных кабинетов пользователей услуг и др. Одновременно возникли и соответствующие проблемы [3], к ним можно отнести утечку персональных данных, возможность несанкционированного доступа и искажения данных злоумышленниками, подмену данных при пересылке и т.д. Решением таких проблем может служить использование технологий блокчейн и хэшчейн, которым посвящена эта работа.

Целью работы является развитие области применения цифровых технологий блокчейн и хэшчейн, применительно к социально-экономическим системам. В частности, рассматривается возможность использования технологии блокчейн при регистрации и учете оказания и оплаты услуг в системе жилищно-коммунального хозяйства в России. Приведенные структуры положены в основу реально разрабатываемой системы.

На сегодняшний день взаимодействие между гражданами и поставщиками бытовых благ происходит через управляющие компании, что порождает неудобства для каждой из сторон. В системе жилищно-коммунального хозяйства деятельность посредников скрыта от всех, а при любых нестыковках учета поставки и оплаты услуг найти причину нестыковки весьма проблематично. Кроме того, посредники проводят различного рода махинации, которые вредят и поставщикам, и получателям услуг. Это противоречие может быть разрешено путем использования технологии распределенного реестра блокчейн, которая является прозрачной и неизменной одновременно [4, 5, 6]. Таким образом, появляется возможность изменить взаимодействие участников обмена в сторону увеличения прозрачности системы и автоматизации учета в ней [7, 8, 9, 10].

На схеме (Рис. 1) показана автоматизированная система учета, контроля и оплаты услуг на основе технологий блокчейн и хешчейн и криптографии.

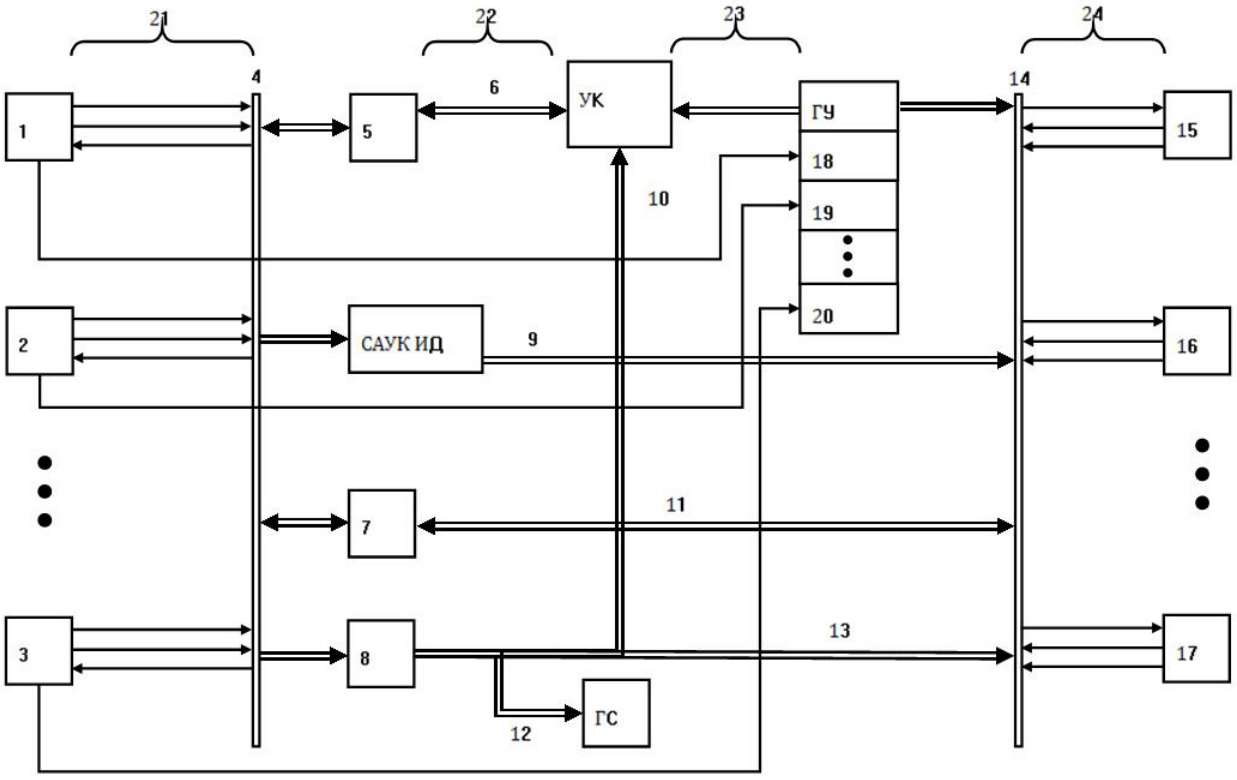


Рисунок 1 – Система автоматизированного учета, контроля и оплаты услуг на основе технологий блокчейн и хешчейн и криптографии

Схема содержит:

- К i-х абонентов-потребителей услуг 1, 2, …, k – рядовые граждане, которые привыкли видеть в своем доме электричество и горячую воду;
- блокчейн-сеть 5, или блокчейн контракт, который содержит данные обмена между абонентами и управляющей компанией, данные контрактов абонентов и показания со счетчиков при оплате по контракту;
- абоненты, оказывающие услуги: 15, 16, M – компании, готовые предоставлять рядовым гражданам вышеописанные удобства за оплату;
- блокчейн-сеть 7, которая содержит данные о счетах на оплату от абонентов, предоставляющих услуги и факт оплаты этих счетов абонентами-получателями;
- блокчейн-сеть 8, которая дублирует показания счетчиков абонентов в формате, пригодном для считывания управляющей компанией, сервисом гос.услуг и абонентами, предоставляющими услуги;
- УК (управляющая компания), выполняющая в данной схеме роль, схожую с ролью майнера. Различие в том, что УК в рамках сети находится в единственном экземпляре и не имеет конкурентов. В дальнейшем она будет называться УК либо просто майнер.

Блокчейн-сеть – совокупность распределенных реестров различных систем, взаимодействующих друг с другом [10].

При этом создаются распределенные реестры абонентов, потребляющих услуги 21, управляющей компании 22, гос. услуг 23 и абонентов, оказывающих услуги 24.

В рамках этой схемы осуществляются следующие взаимодействия:

1. Подключение нового абонента к сети, заключение контракта на обслуживание (Рис. 2)

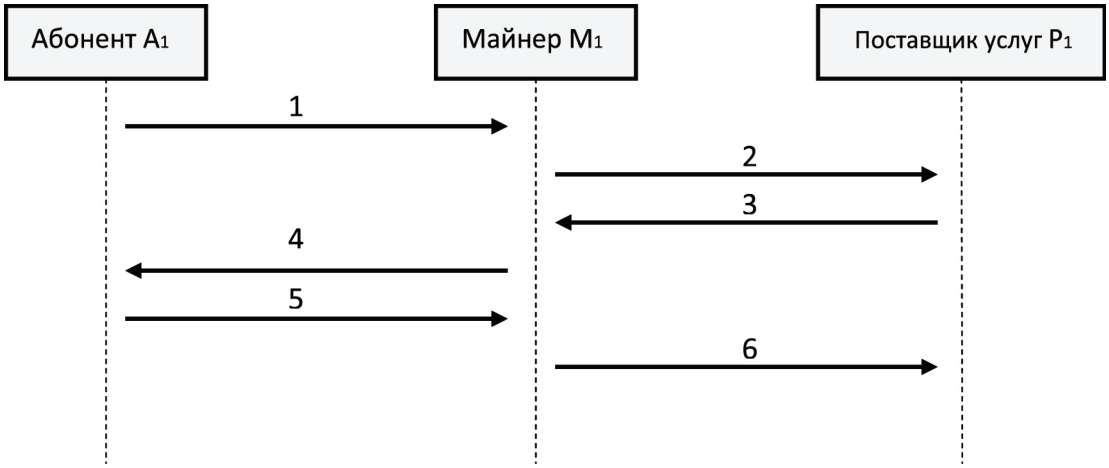


Рисунок 2 – Алгоритм заключения контракта абонента и поставщика услуг

1. Абонент A_1 заполняет данные бланка контракта D_{A1} поставщика услуг P_1, зашифровывает их с помощью (открытого ключа поставщика) KO_{P1}, создает $ЭЦП_{A1}$:

$$T_{A1} = f(KO_{P1}, D_{A1}, ЭЦП_{A1})$$

Сформировав свой внутренний блок T_{A1}, посылает его в сеть БЧ (блокчейн) 5, где блок попадает в очередь всех еще не включенных во внешние боки цепи.

Предполагается, что абоненты не являются специалистами, и все операции, связанные с формированием внутренних блоков, шифрованием, передачей-получением ключей и т.д. происходят автоматически.

2. Майнер оформляет внешний блок B_n с учетом предыдущего хеша внешнего блока цепи БЧ B_{n-1} и данных всех внутренних находящихся в очереди:

$$B_n = f(N, hB_{n-1}, r, t, T_1, T_2, \dots T_n),$$

после успешного формирования, посылает внешний блок по реестру, где тот становится частью БЧ контрактов.

3. Поставщик услуг находит в данных внешних блоков сети БЧ адресованный ему от абонента A_1 внутренний блок T_{p1}. Вскрывает его своим секретным ключом шифрования KC_{P1}, дополняет свою часть в данные контракта D_{p1}, оформляет свой внутренний блок

$$T_{p1} = f(KO_{A1}, D_{p1}, ЭЦП_{p1})$$

и посылает его в сеть БЧ, где блок попадает в очередь всех еще не оформленных во внешний бок цепи.

4. Майнер оформляет внешний блок B_n с учетом предыдущего хеша внешнего блока цепи БЧ B_{n-1} и данных всех внутренних находящихся в очереди:

$$B_n = f(N, hB_{n-1}, r, t, T_1, T_2, \dots T_n),$$

после успешного формирования, посылает внешний блок по реестру, где тот становится частью БЧ контрактов.

5. Абонент A_1 находит в данных внешних блоков сети БЧ адресованный ему от поставщика услуг P_1 внутренний блок T_{p1}. Вскрывает своим секретным ключом KC_{A1}, подписывает данные контракта D'_{A1}, оформляет новый внутренний блок

$$T'_{A1} = f(KO_{P1}, D'_{A1}, ЭЦП_{A1})$$

после, направляет в сеть БЧ, где блок попадает в очередь всех еще не оформленных во внешний бок цепи.

6. Майнер оформляет внешний блок B_n с учетом предыдущего хеша внешнего блока цепи БЧ B_{n-1} и данных всех внутренних находящихся в очереди:

$$B_n = f(N, hB_{n-1}, r, t, T_1, T_2, \dots T_n),$$

после успешного формирования, посылает внешний блок по реестру, где тот становится частью БЧ контрактов.

В результате поставщик услуг находит в данных внешних блоков сети БЧ адресованный ему от абонента A_1 внутренний блок T'_{A1}, вскрывает своим секретным ключом шифрования уже сформированный и подписанный контракт.

2. Оплата услуг (Рис. 2 а)

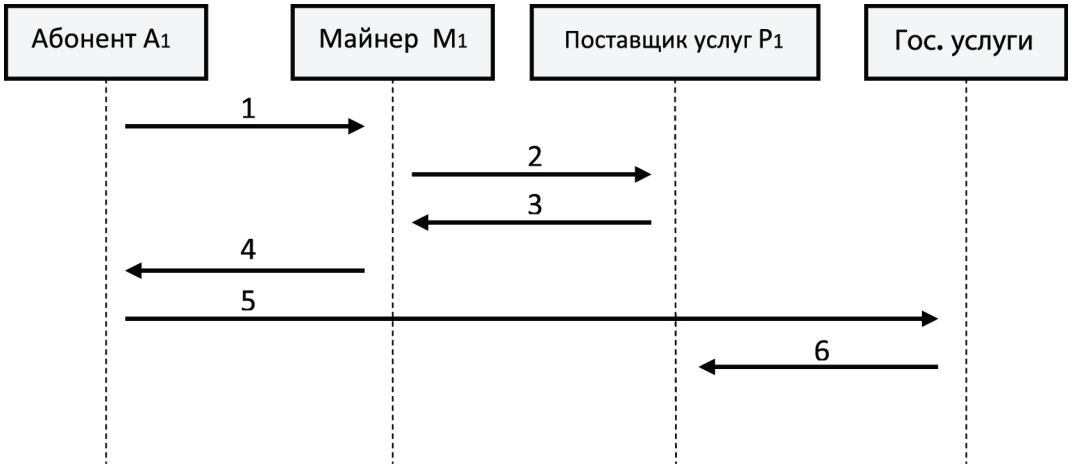


Рисунок 2а – Алгоритм оплаты счета поставщика услуг

1. Абонент A_1 записывает данные счетчика D_{A1} либо счетчик, поддерживающий автоматическую передачу показаний по сети считывается ПО. Шифрует D_{A1} с помощью KO_{p1} и подписывает ЭЦП$_{A1}$:

$$T_{A1} = f(KO_{p1}, D_{A1}, \text{ЭЦП}_{A1})$$

Сформировав свой внутренний блок T_{A1}, посылает его в сеть БЧ, где блок попадает в очередь всех еще не включенных во внешние блоки цепи.

2. Майнер оформляет внешний блок B_n с учетом предыдущего хеша внешнего блока цепи БЧ B_{n-1} и данных всех внутренних находящихся в очереди:

$$B_n = f(N, hB_{n-1}, r, t, T_1, T_2, \dots T_n),$$

после успешного формирования, посылает внешний блок по реестру, где тот становится частью БЧ контрактов.

3. Поставщик услуг P_1 находит в данных внешних блоков сети БЧ адресованный ему от абонента A_1 внутренний блок T_{A1}. Вскрывает его своим секретным ключом шифрования KC_{p1}. На основании данных D_{A1}, P_1 формирует счет D_{p1} на оплату услуг для A_1, шифрует их открытым ключом KO_{A1} и подписывает ЭЦП$_{p1}$

$$T_{p1} = f(KO_{A1}, D_{p1}, \text{ЭЦП}_{p1})$$

Сформировав свой внутренний блок T_{p1}, посылает его в сеть БЧ, где блок попадает в очередь всех еще не включенных во внешние боки цепи.

4. Майнер оформляет внешний блок B_n с учетом предыдущего хеша внешнего блока цепи БЧ B_{n-1} и данных всех внутренних находящихся в очереди:

$$B_n = f(N, hB_{n-1}, r, t, T_1, T_2, \dots T_n),$$

после успешного формирования, посылает внешний блок по реестру, где тот становится частью БЧ контрактов.

5. Абонент A_1 находит в данных внешних блоков сети БЧ адресованный ему от поставщика услуг P_1 внутренний блок T_{p1}. Вскрывает своим секретным ключом KC_{A1} счет D_{p1} от поставщика услуг и проводит оплату через Госуслуги посредством личного кабинета.

6. Госуслуги переводят деньги поставщику услуг P_1.

Автоматизация учета

Алгоритмы и схемы выше представляют систему обмена данными, хранящую в себе всю историю транзакций надежно и при этом прозрачно, а данные всех участников защищены шифрованием. Кроме того, она позволяет установить рядовым гражданам контакт с поставщиками услуг в едином интерфейсе и без хлопот, поскольку все процессы подтверждения и передачи происходят автоматически, при этом все абоненты защищены от махинаций, видят и могут проверить, на каких условиях заключаются договоры, какие суммы на оплату предъявляют поставщики, сколько денег они получили от абонентов и т.д. [11]. При этом изменяется роль управляющих компаний, которые из посредников становятся участниками процесса обмена между различными звеньями и не могут незаметно

повлиять на отчетность в силу особенностей блокчейна [12].

В силу возможности построения такой системы, предлагается следующее схематическое описание сущностей этой системы и их взаимодействия (Рис. 3, Рис. 4):

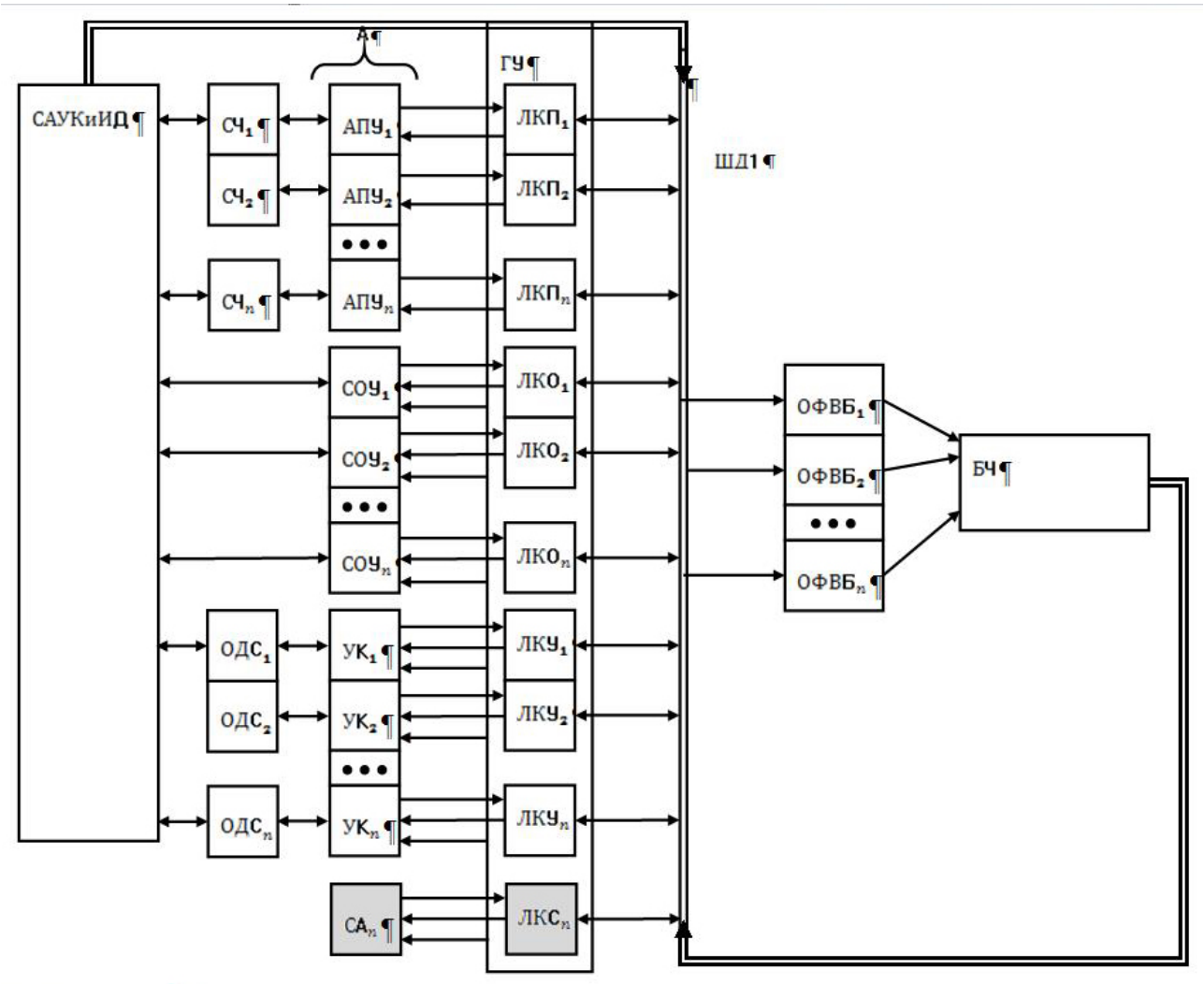


Рисунок 3 – Структура учета с разделением счетов по счетчикам и оплатой через кабинет гос. услуг

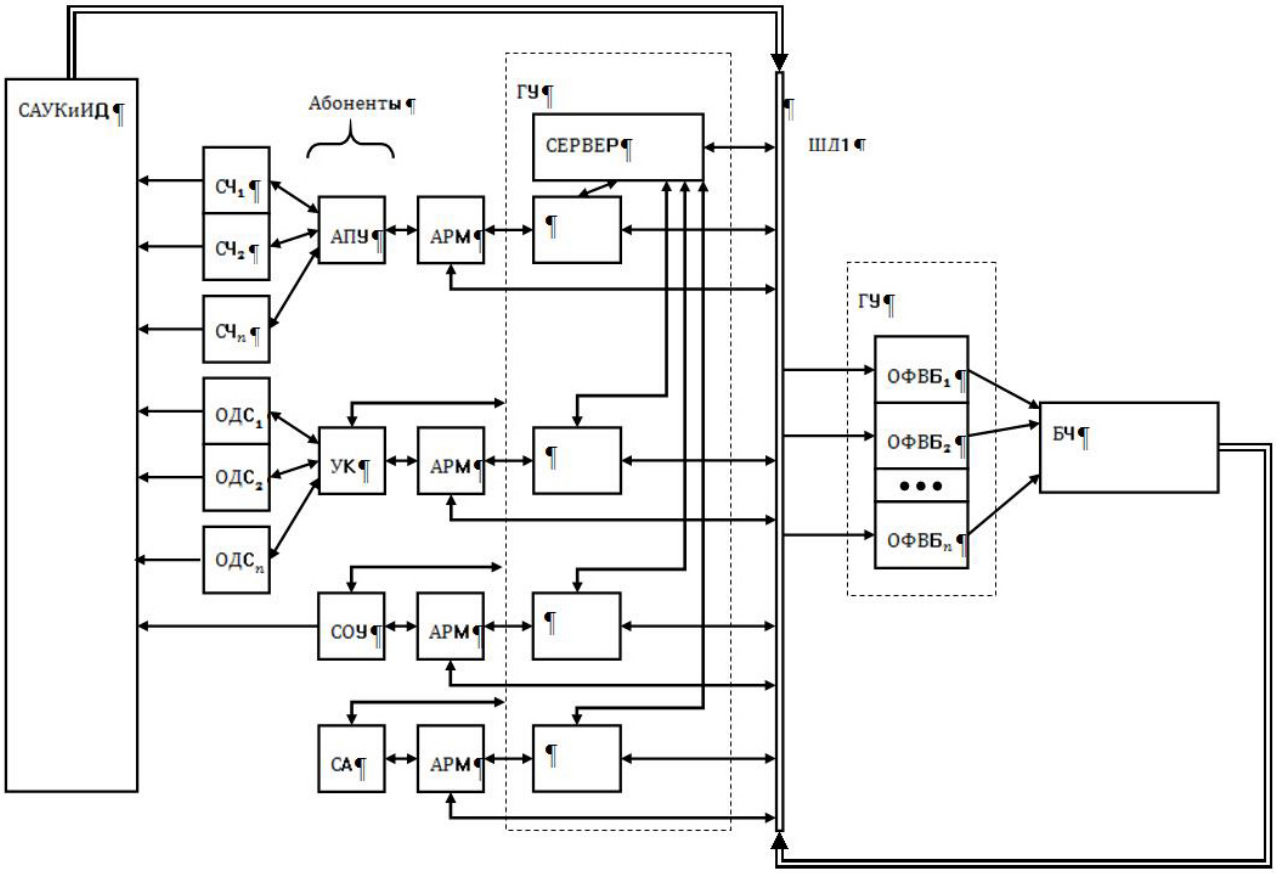


Рисунок 4 – Схема с объединением счетов по потребителю и оплатой через АРМ потребителя

На схемах использованы следующие обозначения:

1, 2, 3 (АПУ) – Абонент потребитель услуг.

18, 19, 20 (ЛКn) – Личные кабинеты на серверах госуслуг.

15, 16, 17 (СОУn) – Служба, оказывающая услуги.

($С_{Чn}$) – квартирные счетчики услуг.

($ОД_{Сn}$) – общедомовые счетчики.

АРМ – автоматизированное рабочее место.

(ШД) — Шина данных.

БЧ – Блокчейн-сети 5, 7 и 8, описание которых дано выше. При этом блокчейн-сеть 5 – это БЧ1, блокчейн-сеть 7 – это БЧ2, блокчейн-сеть 8 – это БЧ3.

21 (РРЕ1) – распределенный реестр абонентов-потребителей услуг.

22 (РРЕ2) – распределенный реестр управляющих компаний.

23 (РРЕ3) – распределенный реестр личных кабинетов на портале гос-услуг.

24 (РРЕ4) – распределенный реестр структур оказывающих услуги.

ГС – городские службы.

САУКиИД – система автоматизированного учета по контролю за измерительными датчиками, передачи информации с них по радиоканалу на сервера структур оказывающих услуги.

m – число абонентов потребителей услуг.

n – число служб оказывающих услуги.

За абонентами – потребителями услуг закреплены квартирные счетчики услуг ($С_{Чn}$).За абонентами управляющих компаний закреплены общедомовые счетчики ($ОД_{Сn}$). Счетчики могут быть подключены к общей системе автоматизированного мониторирования (САУКиИД). В этом случае съем информации происходит в автоматическом режиме, и отсылается системой на общую шину данных (ЩД1). В ситуациях, когда счетчики не подключены к общей системе автоматизирован-

ного мониторирования, возможна реализация ручного съема информации – абоненты отсылают данные счетчиков вручную или через автоматизированное рабочее место (АРМ). Так же предусмотрено подключение к системе СА не имеющими собственных счётчиков услуг, но чье подключение необходимо в рамках жилищно-коммунальных отношений.

Каждый абонент работает с системой через автоматизированное рабочее место (АРМ). АРМ автоматически взаимодействует с сетью БЧ для обмена данными. В функционал АРМ входят: алгоритмы хранения персональных данных, криптопреобразования, хеширования, возможность скачивания, обновления и хранения актуальной версии базы цепи блоков сети блокчейн (БЧ) для участия в формировании распределенного реестра. В случае если абонент не заинтересован в поддержании целостности и децентрализации сети, АРМ имеет функционал обмена данными о состоянии БЧ с авторизованного сервера гос. услуг (ГУ) через личный кабинет в системе государственных услуг.

В рамках обмена информацией абоненты формируют внутренние блоки данных. Внутренний блок данных формируется средствами АРМ и содержит в себе адреса получателя и отправителя, цифровую подпись отправителя, метку времени и минимальную исчерпывающую информацию о предмете и параметрах транзакции, далее данные (информацию о данных счётчика, счетах за услуги, чеках, квитанциях). Данные могут шифроваться средствами АРМ для поддержания конфиденциальности.

После формирования внутренние блоки отправляются на общую шину данных, (доступ к чтению которой имеют все абоненты), и в очередь других внешних блоков данных которые ожидают своего включения в следующий внешний блок БЧ.

Внешний блок БЧ содержит в себе ограниченный по размеру вмещаемых данных массив внутренних блоков абонентов, их хеш-суммы, хеш-сумму предыдущего внешнего блока цепи и собственную сложно генерируемую хеш-сумму.

Когда внешний блок сформирован, он поступает на общую шину данных, где его считывают серверы ГУ и АРМ абонентов участвующих в децентрализации сети. Транзакции внешнего блока может просмотреть любой абонент и подтвердить факт их существования, в ситуациях, когда необходимо сохранить конфиденциальность внутренний блок будет зашифрован асимметричным алгоритмом шифрования и предмет и параметры такой транзакции останутся в тайне (адреса, подпись, и хеш сумма останутся общедоступными, обеспечивая прозрачность).

Личный кабинет или АРМ напрямую принимает необходимые транзакции и обрабатывает алгоритмами соответствующими их предметной области.

Гос. услуги являются доверенным государственным органом в чьи обязанности, по логике общего алгоритма, входит содержание и контроль безопасности личных кабинетов пользователей и каналов доступа к ним, обеспечение абонентов серверами, хранящими актуальную цепь блоков БЧ и доступ к этим серверам, поддержание работоспособности объектов, формирующих внешние блоки.

С помощью такой системы возможна реализация таких типов транзакций: выписывание счета за пользование услугой от СОУ к АПУ или от УК к АПУ, оплата счета за пользование услугой через сайт ГУ с дублированием квитанции в сеть БЧ, запись копии контракта между СОУ и АПУ в систему БЧ.

Алгоритм формирования счета за пользование услугой и его оплаты

1. Для начала формирования счета за услугу Участник сети, имеющий на это право (СОУ, УК, СА), далее «запрашивающая сторона», должен получить данные с СЧ/ОДС (если такие предусмотрены) АПУ, далее «принимающая сторона», это происходит либо через обращение к САУКиИД или формирование запроса через сеть ГУ.

1.1. В первом случае (Рис. 3) запрашивающая сторона отсылает данные СЧ/ОДС к САУКиИД, та считывает данные необходимого СЧ/ОДС, формирует их во внутренний блок, который затем отсылается по ШД1 в сеть БЧ и включается в последний в очереди цепи внешний блок. Как только внешний блок,

включающий сообщение с данными СЧ/ОДС, проходит проверку, запрашивающая сторона автоматически считывает их с ШД1 через ЛК или напрямую с АРМ.

1.2. Во втором случае (Рис. 4) запрашивающая сторона делает запрос в системе ГУ, запрос отображается в ЛК или на АРМ принимающей стороны. Последняя должна считать данные СЧ/ОДС вручную и оформить их во внутренний блок данных средствами АРМ, который отправит внутренний блок по ШД1 в сеть БЧ, где он включится в последний в очереди цепи внешний блок. Как только внешний блок, включающий сообщение с данными СЧ/ОДС, пройдет проверку, запрашивающая сторона считывает данные СЧ/ОДС с ШД1 через ЛК, или напрямую с АРМ в автоматическом режиме.

2. После того, как запрашивающая сторона получила данные СЧ/ОДС (если такие предусмотрены), начинается формирование счета к принимающей стороне. Данные счета, представляющие собой исчерпывающую информацию, необходимую для оплаты, формируются во внутренний блок и отсылаются на ШД1, где БЧ включится в последний в очереди цепи внешний блок. Как только он пройдет проверку, принимающая сторона автоматически считывает данные с ШД1 через ЛК или напрямую с АРМ и получает сведения о составе счета.

3. Затем принимающая сторона производит оплату счета через систему ГУ, после чего данные квитанции оплаты отсылаются запрашивающей стороне через сеть БЧ способом, аналогичным п. 2 настоящего алгоритма. Получение денежных средств запрашивающей стороной происходит штатно, в соответствии с положением закона.

Алгоритм дублирования настоящего договора на оказание услуг

Исчерпывающая информация, необходимая для однозначной идентификации контракта, его сторон и предмета, записывается во внутренний блок обеими сторонами и отсылается на ШД1 через АРМ или ЛК. В ШД1 внутренние блоки включаются в последний, открытый для заполнения, внешний блок. После проверки внешнего блока данные о контракте включаются в сеть БЧ.

Контракт считается подписанным, если в сети БЧ существуют две его копии, каждая из которых подписана цифровыми подписями сторон, и хеш-суммы от предмета договора совпадают. Для аннулирования контракта документы, отвечающие за данную операцию, должны быть так же продублированы в сеть БЧ.

Система работает в четырех режимах:

Режим автоматизированного считывания показаний счетчиков абонентов-потребителей услуг (АПУ).

В квартирах АПУ установлены чипы, считывающие с адаптеров счетчиков данные и преобразовывающие их в цифровой адресуемый код. По шине данных ШД1 он поступает на систему автоматизированного учета данных измерительных датчиков, в которой формируется радиосигнал, передающий показания счетчиков АПУ на серверы служб, оказывающих услуги по двунаправленной шине данных ШД3 на шину данных ШД2. В структуре оказания услуг формируется внутренний блок, содержащий данные о счете на оплату *i*-ым АПУ. Затем, с помощью системы формирования внешней хеш-функции блокчейн сети БЧ, блоки встраивают в общую цепь БЧ. Данные блока поступают на выходы всех АПУ, т.е. реализуется распределенный реестр. Открыть блок и получить данные счета может только АПУ, которому информация посылается, но другие могут подтвердить факт транзакции, хеш транзакции, и ее стороны. После получения счета абонент должен произвести оплату посредством личного кабинета гос. услуг, последние выплачивают сумму непосредственно СОУ. При получении оплаты СОУ выписывает квитанцию о получении средств абонента, которую оправляет по ШД2 в БЧ2. Новый блок встраивается в цепь блоков БЧ и рассылается всем абонентам АПУ в виде распределенного реестра РРБЧ.

Режим формирования счета на оплату услуг УК и квитанции счета на получение УК оплаты за ее услуги.

УК формирует электронный счет на оплату АПУ услуг УК за содержание домов и помещает его во внутренний блок. По ШД5 блок поступает на БЧ1, где формируется внешний

блок данных и встраивается в цепь. Таким образом, данные поступают на входы всех абонентов через ШД1 в распределенном реестре РРБЧ3, но блок может открыть только тот абонент, которому он адресован. АПУ оплачивает сумму, указанную в счете, через личный кабинет гос. услуг, в адрес управляющей компании. УК формирует квитанцию о получении оплаты от АПУ и отправляет в виде распределенного реестра РРБЧ2.

Режим вопросов, жалоб, предложений АПУ и т.п.

В этом режиме АПУ формируют на электронном бланке свой вопрос по электронному шаблону, включают шаблон в свой внутренний блок данных, и отсылают по шине данных, где блок включается во внешнюю цепь блоков сети БЧ3, затем по ШД6 в управляющую компанию, по ШД7 в городские структуры и по ШД8 в СОУ с распределенным реестром РРЕ4. Ответ формирует УК, ГС и СОУ через блокчейн сеть БЧ3 в виде распределенного реестра.

Режим заключения контракта службами оказания услуг с абонентами-потребителями услуг.

В этом режиме СОУ составляют договор на оказание услуг АПУ и включают в свой внутренний блок, который поступает на БЧ2, где происходит формирование внешнего блока и его последующая отправка в реестр РРЕ1 всем АПУ. АПУ подписывают его своей электронной подписью и по БЧ2 отправляют обратно СОУ в реестр РРЕ.

Подведем итог. В результате проделанной авторами работы разработана схема встраивания технологии блокчейн в систему учета и оплаты жилищно-коммунальных услуг, что дает иной уровень качества обслуживания потребителей услуг. Благодаря методам блокчейн, хэшчейн и криптографии предложенная система позволяет решить задачу справедливого оказания и оплаты услуг, как потребителям, так и поставщикам жилищно-коммунальных услуг.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1) Gromovs G., Lammi M. Blockchain and Internet of Things Require Innovative Approach to Logistics Education. Transport Problems. 2017. V. 12. № S1. P. 23–34.
2) Ученые исследуют влияние цифрового мира на восприятие жизни современного человека. Сайт «Южный федеральный университет» URL: sfedu.ru/news/60349 (дата обращения 09.04.2019).
3) Babkin A.V., Burkaltseva D.D., Betskov A.V., Kilyaskhanov H.Sh., Tyulin A.S., Kurianova I.V. Automation Digitalization Blockchain: Trends and Implementation Problems. International Journal of Engineering and Technology (UAE). 2018. T. 7. № 3.14. pp. 254–260.
4) Kim H.-W., Jeong Y.-S. Secure Authentication-Management Human-Centric Scheme for Trusting Personal Resource Information on Mobile Cloud Computing with Blockchain. Human-centric Computing and Information Sciences. 2018. V. 8. № 1. P. 11.
5) Kryukov A.P., Demichev A.P. Security Infrastructure for Distributed Computing Systems on The Basis of Blockchain Technology. В сборнике: CEUR Workshop Proceedings 7. Ser. «GRID 2016 – Selected Papers of the 7th International Conference Distributed Computing and Gridtechnologies in Science and Education» 2016. pp. 338-342.
6) Pilkington M., Grant L.G., Crudu R. Blockchain and Bitcoin as a Way to Lift a Country Out of Poverty – Tourism 2.0 and E-Governance in the Republic of Moldova. International Journal of Internet Technology and Secured Transactions. 2017. V. 7. № 2. pp. 115–143.
7) Andryukhin A.A. Methods of Protecting Decentralized Autonomous Organizations From Crashes and Attacks. Труды института системного программирования РАН 2018. V. 30. № 3. pp. 149–164.
8) Lee J.-H. BIDAAS: Blockchain Based ID as a Service. IEEE Access. 2017. V. 6. pp. 2274–2278.
9) Makarov A.M., Golyakova A.O., Osinin I.D., Postovalov S.S. Fundamental Design of Blockchain – Hashchain Networks With a Decentralized Register Based on Cryptography Methods. Advances in Intelligent Systems and Computing. 2019. V. 726. pp. 620–629.

10) Vorobyev G.A., Ryndjuk V.A, Kozlov V.A., Makarov A.M. Probabilistic models of cryptographic systems and their applications / 3rd International Conference on digital information processing, data mining, and wireless communications, Dipdmwc 2016, pp. 160–163.
11) Brogan J., Ramachandran N., Baskaran I. Authenticating Health Activity Data Using Distributed Ledger Technologies/ Computational and Structural Biotechnology Journal. 2018. V. 16. pp. 257–266.
12) Макаров А.М., Киселев В.В., Голякова А.О., Осинин И.Д., Постовалов С.С. Внедрение цифровых технологий блокчейн в системах жилищно-коммунального хозяйства как возможность создания «умных городов» Северного Кавказа. Вестник экспертного совета. 2018. № 3 (14). С. 39–47.