

УДК 331.363

**Блокчейн как инструмент управления ресурсами при оказании
медицинской помощи трудоспособному населению в России**

Масюк Н. Н.¹, Новикова И. И.², Куликова О. М.², Савченко О. А.²

¹ *ФГБОУ ВО Владивостокский государственный университет, г. Владивосток*

² *ФБУН Новосибирский НИИ гигиены Роспотребнадзора, г. Новосибирск*

Ключевые слова: здравоохранение России, ресурсное обеспечение, блокчейн, медицинские CRM-системы, адаптивное управление, ресурсно-персонифицированный подход

Аннотация. Статья посвящена проблематике построения CRM-систем адаптивного управления в сфере отечественного здравоохранения с применением технологий блокчейн. Авторами разработана концептуальная схема построения архитектуры платформы управления ресурсами медицинских организаций как инструмента повышения качества медицинского обслуживания и снижения смертности трудоспособного населения. Отличительной особенностью данной платформы является использование технологий блокчейн для проверки подлинности приобретаемых ресурсов для медицинских организаций. Пользователи платформы получают доступ к смарт-контрактам, децентрализованной системе хранения, идентификации ресурсов для медицинских организаций через программные устройства с интерфейсным уровнем с установленным децентрализованным приложением – dApp, который подключен к смарт-контракту, сетевым службам и децентрализованной системе хранения. через API.

Введение. В настоящее время актуализируются вопросы применения технологий блокчейн в сфере здравоохранения. Это связано с

необходимостью решения в первую очередь вопросов обеспечения безопасности оказания медицинской помощи.

Блокчейн стал популярным в настоящее время благодаря развитию технологий криптовалюты [1]. Система блокчейна является безопасной, поскольку она полностью децентрализована, прозрачна, все действия пользователей сохраняются в истории транзакций [2]. Поэтому данная технология позволяет безопасно взаимодействовать в том числе с ненадежными пользователями [3].

Пандемия COVID-19 способствовала активному внедрению информационных технологий, в том числе построенных на принципах блокчейн, в практику оказания медицинской помощи. По результатам проведенного библиометрического поиска с применением библиотеки Bibliometrix языка программирования R¹ выявлено, что годовой темп прироста количества публикаций по данной проблематике в 2020-2023 гг. составил 277 %, в предыдущие периоды данный показатель не превышал значения 13,62 %.

Основными направлениями исследований по применению блокчейн в сфере здравоохранения являются создание технологий обмена данными между медицинскими CRM-системами локального и глобального доступа, в том числе с применением методов искусственного интеллекта и машинного обучения [4].

Не смотря высокий уровень эффективности применения технологий блокчейн в сфере здравоохранения России, они в настоящее время в недостаточной степени используются при решении вопросов управления ресурсами в практике оказания медицинской помощи, в том числе трудоспособному населению, от уровня здоровья которого зависит экономическое развитие страны. Это особенно актуально в настоящее время, поскольку в время пандемии темп роста смертности экономически активного населения в стране вырос до 115 %, и к 2022 году доля трудоспособного населения в структуре общей численности населения составила 56 % [5]. Это

¹ <https://www.bibliometrix.org/home/>

приоритизирует задачу совершенствования механизмов оказания медицинской помощи данной группе населения как инструмента сохранения их здоровья и снижения смертности.

Применение технологий блокчейн в оказании медицинской помощи трудоспособному населению способно решить ряд актуальных вопросов, связанных с контролем медицинских изделий, оборотом лекарственных препаратов, обеспечением целостности данных и проверки подлинности медицинских ресурсов, выявлением контрафакта.

Авторами статьи проведен научный поиск по трудам ведущих зарубежных и отечественных ученых [6-8], выполнен анализ практики деятельности медицинских организаций в рамках оказания плановой и неотложной помощи, проведения диспансеризации трудоспособного населения в России [9-10], нормативно-правовой документации сферы здравоохранения, на основании которого разработана концептуальная структура построения архитектуры платформы управления ресурсами в сфере здравоохранения, позволяющая обеспечить процессы оказания медицинской помощи трудоспособному населению необходимыми ресурсами заданного качества.

Основными приоритетами оказания медицинской помощи трудоспособному населению является ее направленность на профилактику социально-значимых заболеваний, их раннюю диагностику и сокращение периода нетрудоспособности пациента. Это возможно только при создании условий постоянного доступа медицинских организаций к качественным медицинским ресурсам, а также возможности получения достоверной информации о наличии и производстве данного вида ресурсов, а также документации о их качестве и безопасности.

Концептуальная схема построения архитектуры платформы управления ресурсами в сфере здравоохранения РФ с применением блокчейн

Концептуальная схема построения архитектуры платформы управления ресурсами в сфере здравоохранения разработана с применением блокчейн-технологий [2], на принципах ресурсно-персонифицированного подхода [10] (рис. 1).

Применение ресурсно-персонифицированного подхода предполагает согласование и распределение ресурсов между организациями сферы здравоохранения с учетом их индивидуальных потребностей при оказании медицинской помощи, в том числе высокотехнологичной, диспансеризации трудоспособного населения, а также для поддержки адаптации медицинских организаций к внешним условиям. Данные ресурсы должны быть настроены и оптимизированы в них для эффективного решения проблем и возможностями, связанными в том числе с их цифровой трансформацией.

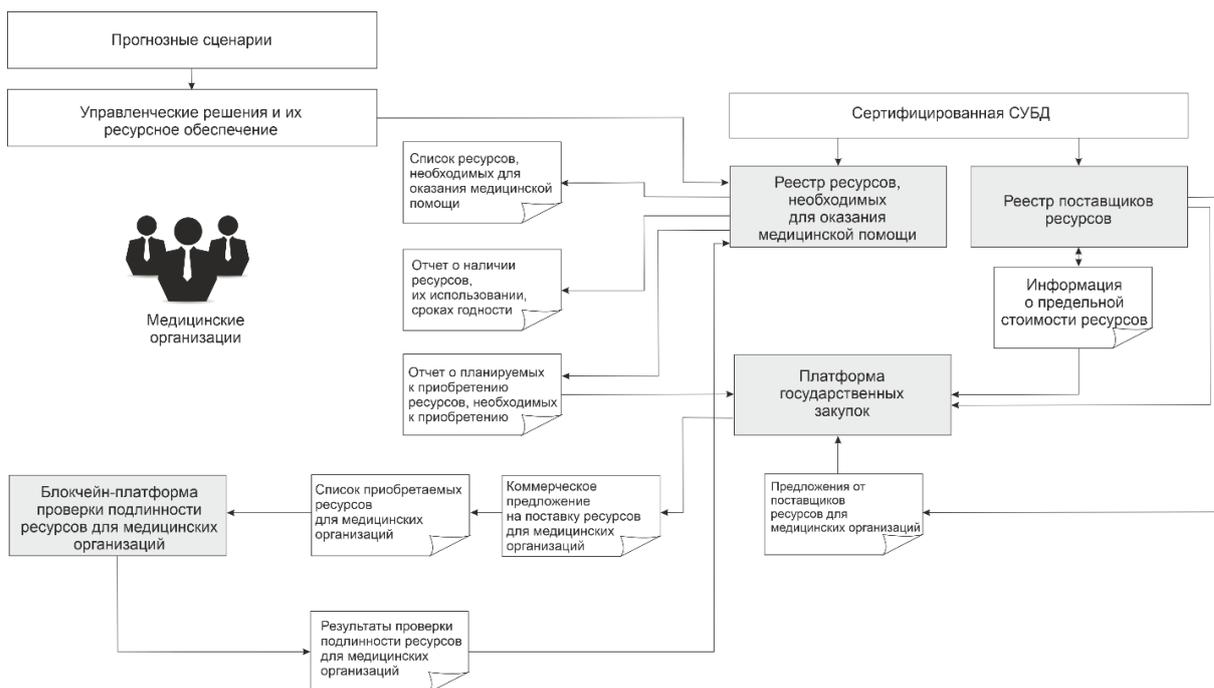


Рис. 1. Концептуальная схема построения архитектуры платформы управления ресурсами в сфере здравоохранения

Основой платформенного решения является сертифицированная система управления базами данных (СУБД), имеющая необходимый и подтвержденный соответствующими сертификатами уровень защиты (рис. 1).

Такая СУБД может быть развернута либо для одной медицинской организации, так и для всех функционирующих в сфере здравоохранения.

Реестр ресурсов необходимых для оказания медицинской помощи представляет собой базу данных и содержит информацию о всех используемых ресурсах в деятельности медицинских организаций, о их наличии, сроках изготовления и хранения. Также в данной БД содержится информация о необходимых о резервах таких ресурсов, которые могут быть использованы в случае возникновения чрезвычайных ситуаций.

С заданной периодичностью (обычно 1 раз в квартал) в медицинских организациях составляются отчеты об обороте данных ресурсов, минимальном остатке (данный показатель не должен быть меньше 97 %), на основании чего принимается решение в них о приобретении данных ресурсов. На основании данной информации формируются заявки на приобретение необходимых ресурсов для деятельности медицинских организаций. Также устанавливается предельная закупочная цена для таких ресурсов. Поставщики ресурсов, зарегистрированные в соответствующем реестре, формируют заявки на участие в закупках медицинских организаций.

На основании Федерального закона от 5 апреля 2013 г. № 44-ФЗ «О контрактной системе в сфере закупок товаров, работ, услуг для обеспечения государственных и муниципальных нужд» и проведения торгов создается коммерческое предложение на приобретение необходимых ресурсов. На основании которого пополняются резервы ресурсов медицинских организаций.

Отличительной особенностью предложенной архитектуры платформы является использование блокчейн-платформы для проверки подлинности приобретаемых ресурсов для медицинских организаций, повышения устойчивости и эффективности цепочек поставок медицинских ресурсов в сфере здравоохранения. Заинтересованные участники получают доступ к смарт-контрактам, децентрализованной системе хранения, идентификации ресурсов для медицинских организаций через программные устройства с

интерфейсным уровнем с установленным децентрализованным приложением – dApp, который подключен к смарт-контракту, сетевым службам и децентрализованной системе хранения. через API. Возможно использование блокчейна G-coin, который был разработан Tseng et al. (2018) для создания прозрачных транзакций с лекарствами и защиты данных здравоохранения [2].

На рис. 2 приведена схема проверки подлинности медицинских ресурсов с применением блокчейн-технологий.

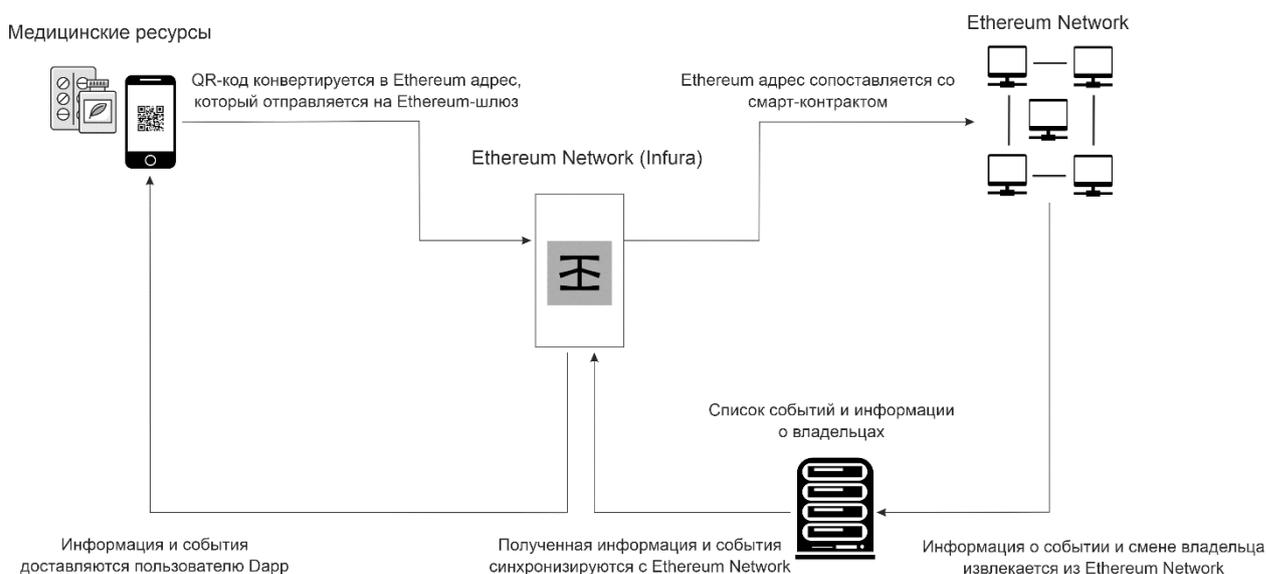


Рис. 2. Схема проверки подлинности медицинских ресурсов с применением блокчейн-технологий

Сканируемый устройством на медицинском изделии или лекарственном препарате QR-код отправляется в Ethereum-адрес, который затем переправляется на Ethereum-шлюз. Ethereum-адрес сопоставляется со смарт-контрактом, и после этого информация о событии и владельцах извлекается и синхронизируется с Ethereum Network, затем данная информация предоставляется пользователю приложения, с помощью которой производится оценка подлинности медицинского ресурса.

Ethereum Network – является золотым стандартом для создания платформ управления в сфере здравоохранения, поскольку легко масштабируем, и

интегрируем со многими приложениями, не требователен к ресурсам, и обеспечивает высокий уровень защиты [2].

Заключение. Одной из основных задач обслуживания трудоспособного населения в медицинских организациях в России является обеспечение процессов оказания медицинской помощи достаточным количеством необходимых ресурсов, использование которых оптимизируется под внешние условия, в том числе пандемии. Данная задача может эффективно решена только при создании единого цифрового пространства, объединяющего всех участников сферы здравоохранения, в котором содержится актуальная информация об имеющихся и создаваемых ресурсах для медицинских организаций, их производителях и других участниках-партнерах, обеспечивающих выполнение этапов цепочки создания конечного продукта. Применение технологий блокчейн позволит обеспечить точную идентификацию медицинских ресурсов, отследить их на всех этапах жизненного цикла, а также создать условия для безопасного взаимодействия всех участников сферы здравоохранения.

При этом единая информационная среда должна содержать базу российских и зарубежных предприятий (контролируемых государством и частных), специализирующихся на разработке и производстве изделий, материалов, электронного оборудования и пр. для сферы здравоохранения, а также характеристики данных ресурсов. Медицинские организации при этом должны иметь возможность в системе публиковать свои потребности для поиска исполнителей.

На основании вышеуказанных принципов авторами статьи разработана концепция построения архитектуры платформы управления ресурсами в сфере здравоохранения, в основе которой лежат технологии блокчейн и отечественная защищенная СУБД. Данная информационная система, синтезируя в единой базе данных информацию об организациях, производителях ресурсов для сферы здравоохранения, сформирует двустороннее взаимодействие производителей ресурсов с медицинскими

организациями, позволит создать среду для мониторинга спроса и предложения, тем самым обеспечивая процессы оказания медицинской помощи трудоспособному населению страны достаточным количеством необходимых ресурсов заданного качества, что будет способствовать сохранению здоровья нации и повышению уровня жизни в России.

Список литературы

1. Буликов С. Н. Криптовалюта и технология блокчейн / С. Н. Буликов // Теоретическая экономика. – 2019. – №. 1 (49). – С. 89-104.
2. Isravel D. P. Blockchain for healthcare systems: Architecture, security challenges, trends and future directions / D. P. Isravel и др. // Journal of Network and Computer Applications. – 2023. – Том. 215. – С. 103633. <https://doi.org/10.1016/j.jnca.2023.103633>.
3. Ismail L. A review of blockchain architecture and consensus protocols: Use cases, challenges, and solutions / L. Ismail, H. A. Materwala // Symmetry. – 2019. – Т. 11. – №. 10. – С. 1198.
4. Басалаева О. Г. Особенности блокчейна в управлении отраслью здравоохранения / О. Г. Басалаева, Ю. М. Басалаев, Ю. М. Гавва // Современные подходы к трансформации концепций государственного регулирования и управления в социально-экономических системах. – 2023. – С. 85-88.
5. Горошко Н. В. Смертность населения России в условиях пандемии COVID-19 / Н. В. Горошко, С. В. Пацай, Е. К. Емельянова // Социальные аспекты здоровья населения. – 2022. – Т. 68. – №. 5. – С. 1-39. <https://doi.org/10.21045/2071-5021-2022-68-5-1>.
6. Кошечкин К. А. Применение блокчейн-технологии для ведения реестра лекарственных препаратов / К. А. Кошечкин, Н. Г. Преферанский, Н. Г. Преферанская // Врач и информационные технологии. – 2019. – №. 3. – С. 58-64.

7. Щерба М. П. Возможности блокчейн-технологии при организации транспортирования и хранения иммунобиологических лекарственных препаратов / М. П. Щерба, В. А. Поведенок // Современная организация лекарственного обеспечения. – 2022. – Т. 9. – №. 3. – С. 39-40.
8. Sharma N. A novel Hyperledger blockchain-enabled decentralized application for drug discovery chain management / N. Sharma, R. Rohilla // Computers & Industrial Engineering. – 2023. – Т. 11. – С. 109501. <https://doi.org/10.1016/j.cie.2023.109501>.
9. Усачева Е. В. Качество медицинской помощи в круглосуточном стационаре в условиях пандемии COVID-19 / Е. В. Усачева, О. М. Куликова, П. Е. Свечкаръ, М. В. Семенихина // Сибирский научный медицинский журнал. – 2023. – Т. 43, № 2. – С. 108-118. – DOI 10.18699/SSMJ20230212.
10. Масюк Н. Н. Теоретические основы управления процессами оказания медицинских услуг / Н. Н. Масюк, О. М. Куликова // Экономика и бизнес: теория и практика. – 2019. – № 12-2(58). – С. 87-90. – DOI 10.24411/2411-0450-2019-11485.

References

1. Bulikov S. N. Kriptovalyuta i tekhnologiya blokchejn / S. N. Bulikov // Teoreticheskaya ekonomika. – 2019. – №. 1 (49). – С. 89-104.
2. Isravel D. P. Blockchain for healthcare systems: Architecture, security challenges, trends and future directions / D. P. Isravel и др. // Journal of Network and Computer Applications. – 2023. – Том. 215. – С. 103633. <https://doi.org/10.1016/j.jnca.2023.103633>.
3. Ismail L. A review of blockchain architecture and consensus protocols: Use cases, challenges, and solutions / L. Ismail, H. A. Materwala // Symmetry. – 2019. – Т. 11. – №. 10. – С. 1198.
4. Basalaeva O. G. Osobennosti blokchejna v upravlenii otrasl'yu zdravoohraneniya / O. G. Basalaeva, YU. M. Basalaev, YU. M. Gavva // Sovremennye podhody k transformacii koncepcij gosudarstvennogo

- regulirovaniya i upravleniya v social'no-ekonomicheskikh sistemah. – 2023. – S. 85-88.
5. Goroshko N. V. Smertnost' naseleniya Rossii v usloviyah pandemii COVID-19 / N. V. Goroshko, S. V. Pacaj, E. K. Emel'yanova // Social'nye aspekty zdorov'ya naseleniya. – 2022. – T. 68. – №. 5. – S. 1-39. <https://doi.org/10.21045/2071-5021-2022-68-5-1>.
 6. Koshechkin K. A. Primenenie blokchejn-tehnologii dlya vedeniya reestra lekarstvennyh preparatov / K. A. Koshechkin, N. G. Preferanskij, N. G. Preferanskaya // Vrach i informacionnye tehnologii. – 2019. – №. 3. – S. 58-64.
 7. Sherba M. P. Vozmozhnosti blokchejn-tehnologii pri organizacii transportirovaniya i hraneniya immunobiologicheskikh lekarstvennyh preparatov / M. P. Sherba, V. A. Povedenok // Sovremennaya organizaciya lekarstvennogo obespecheniya. – 2022. – T. 9. – №. 3. – S. 39-40.
 8. Sharma N. A novel Hyperledger blockchain-enabled decentralized application for drug discovery chain management / N. Sharma, R. Rohilla // Computers & Industrial Engineering. – 2023. – T. 11. – C. 109501. <https://doi.org/10.1016/j.cie.2023.109501>.
 9. Usacheva E. V. Kachestvo medicinskoj pomoshchi v kruglosutochnom stacionare v usloviyah pandemii COVID-19 / E. V. Usacheva, O. M. Kulikova, P. E. Svechkar', M. V. Semehina // Sibirskij nauchnyj medicinskij zhurnal. – 2023. – T. 43, № 2. – S. 108-118. – DOI 10.18699/SSMJ20230212.
 10. Masyuk N. N. Teoreticheskie osnovy upravleniya processami okazaniya medicinskih uslug / N. N. Masyuk, O. M. Kulikova // Ekonomika i biznes: teoriya i praktika. – 2019. – № 12-2(58). – S. 87-90. – DOI 10.24411/2411-0450-2019-11485.

Blockchain as a resource management tool in providing medical care to the able-bodied population in Russia

Masyuk N. N.¹, Novikova I. I., Kulikova O. M.², Savchenko O. A.²

¹ Vladivostok State University, Vladivostok

² Novosibirsk Research Institute of Hygiene of Rospotrebnadzor, Novosibirsk

Keywords: Russian healthcare, resource provision, blockchain, medical CRM systems, adaptive management, resource-personalized approach

Annotation. The article is devoted to the problems of building CRM systems of adaptive management in the field of domestic healthcare using blockchain technologies. The authors have developed a conceptual scheme for building the architecture of the resource management platform of medical organizations as a tool for improving the quality of medical care and reducing the mortality of the able-bodied population. A distinctive feature of this platform is the use of blockchain technologies to verify the authenticity of purchased resources for medical organizations. Platform users get access to smart contracts, a decentralized storage system, identification of resources for medical organizations through software devices with an interface layer with an installed decentralized application - DApp, which is connected to a smart contract, network services and a decentralized storage system. via the API.

Масюк Наталья Николаевна, доктор экономических наук, профессор, профессор кафедры экономики и управления, ФГБОУ ВО Владивостокский государственный университет, г. Владивосток, Россия, masyukn@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0001-8055-8597>

Новикова Ирина Игоревна, доктор медицинских наук, профессор, директор ФБУН Новосибирский НИИ гигиены Роспотребнадзора, г. Новосибирск, Россия, novikova_ii@niig.su, <https://orcid.org/0000-0003-1105-471X>

Куликова Оксана Михайловна, кандидат технических наук, доцент, ведущий научный сотрудник ФБУН Новосибирский НИИ гигиены Роспотребнадзора, г. Новосибирск, Россия, ya.aaaaa11@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0001-9082-9848>

Савченко Олег Андреевич, кандидат медицинских наук, доцент, ведущий научный сотрудник ФБУН Новосибирский НИИ гигиены Роспотребнадзора, г. Новосибирск, Россия, Savchenkoaa1969@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-7110-7871>