

УДК 004.056.5 (614.4)

5.2.2. Математические, статистические и инструментальные методы экономики (физико-математические науки, экономические науки)

## ПРИМЕНЕНИЕ БЛОКЧЕЙН ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ ХРАНЕНИЯ МЕДИЦИНСКИХ ДАННЫХ

Ефанова Наталья Владимировна  
канд. экон. наук, доцент кафедры системного  
анализа и обработки информации  
SPIN-код: 9977-2499  
ORCID: 0000-0003-3152-4643  
Scopus Author ID: 57201504353  
[efanova.n@edu.kubsau.ru](mailto:efanova.n@edu.kubsau.ru)

Иванова Елена Александровна  
старший преподаватель кафедры системного  
анализа и обработки информации  
SPIN-код: 9573-1499  
ORCID: 0000-0002-6127-7762  
Scopus Author ID: –  
[elena\\_is\\_kubagro@mail.ru](mailto:elena_is_kubagro@mail.ru)

Карагодин Артем Максимович  
Студент  
*ФГБОУ ВО Кубанский государственный аграрный  
университет имени И.Т. Трубилина  
Краснодар, Россия*

Данная статья посвящена рассмотрению технологий блокчейна для хранения медицинских данных, в данном случае – прививочной карты. Актуальность данной темы обусловлена тем, что нынешние системы часто фрагментированы и зависят от локальных баз данных, что создает риски потери данных, подделки и отсутствия единого стандарта обмена данными. В условиях быстрого роста развития информационных технологий становится важной задачей обеспечить надежное, безопасное и доступное хранение медицинских данных. Системы на основе блокчейн технологий представляют собой инновационное решение, способное внести изменения в традиционные подходы к хранению и управлению медицинской информацией. Исследованы перспективы использования смарт-контрактов в автоматизации процессов взаимодействия между пациентами и организациями. Проведено исследование различных систем и методов хранения данных и их управления, осуществлен выбор методов для разработки алгоритмов и реализации системы, построенной на базе технологий блокчейна и смарт-контрактов. Предложена и описана структура проектируемой системы и реализованный её функционал. В заключение была оценена эффективность работы системы, разработаны её перспективы использования и развития

UDC 004.056.5 (UDC 614.4)

5.2.2. Mathematical, statistical and instrumental methods of economics (physical and mathematical sciences, economic sciences)

## APPLICATION OF BLOCKCHAIN TECHNOLOGIES FOR STORING MEDICAL DATA

Efanova Natalia Vladimirovna  
Cand.Econ.Sci., Associate Professor of the Department  
of System Analysis and Information Processing  
RSCI SPIN-code: 9977-2499  
ORCID: 0000-0003-3152-4643  
Scopus Author ID: 57201504353  
[efanova.n@edu.kubsau.ru](mailto:efanova.n@edu.kubsau.ru)

Ivanova Elena Aleksandrovna,  
Senior Lecturer of the Department of System Analysis  
and Information Processing  
RSCI SPIN-code: 9573-1499  
ORCID: 0000-0002-6127-7762  
Scopus Author ID: –  
[elena\\_is\\_kubagro@mail.ru](mailto:elena_is_kubagro@mail.ru)

Karagodin Artem Maksimovich  
Student  
*Kuban State Agrarian University named after  
I.T. Trubilin, Krasnodar, Russia*

This article is dedicated to the consideration of blockchain technologies for storing medical data, in case of this project - a vaccination card. The relevance of this topic is due to the fact that current systems are often fragmented and depend on local databases, which creates risks of data loss, counterfeiting and the lack of a single exchange standard. Considering the rapid growth in the development of information technology, it is becoming very important to ensure reliable, secure and accessible storage of medical data. Systems based on blockchain technologies are an innovative solution that can change traditional ways of storing and managing medical information. The prospects of using smart contracts in automating the processes of interaction between patients and organizations are explored. A study of different systems and methods for storing and managing data was conducted and a selection of methods for developing algorithms and implementing a system built on the basis of blockchain technologies and smart contracts was made. The architecture of the designed system and its implemented functionality are proposed and described. In conclusion, the efficiency of the system was assessed and its prospects for use and development were developed

Ключевые слова: БЛОКЧЕЙН, ДЕЦЕНТРАЛИЗАЦИЯ, СМАРТ-КОНТРАКТ, МЕДИЦИНА, ПРИВИВКА, ПАЦИЕНТ, ТРАНЗАКЦИЯ

Keywords: BLOCKCHAIN, DECENTRALIZATION, SMART-CONTRACT, MEDICINE, VACCINES, PFCIENT, TRANSACTION

<http://dx.doi.org/10.21515/1990-4665-212-014>

## Введение

Карта профилактических прививок – это медицинская справка, содержащая данные обо всех прививках, произведенных гражданину на протяжении жизни, с указанием определенных данных, относящимся к прививкам, таких как серии, номера и даты. Прививочная карта является универсальным документом, т.е. она может применяться в любых медицинских организациях, формах собственности и школьных (а также дошкольных) организациях.

Традиционно существует три основных концепции хранения данных: сеть хранения данных (SAN), сетевое хранилище (NAS), серверное хранилище (SAS) и хранилище с прямым подключением (DAS). Выбор концепции хранения данных определяется требованиями к системе хранения, которые определяются спецификацией информации в системе, требованиями к длительности хранения информации в системе, количеством пользователей, обращающихся к файловому архиву, и скоростью поиска данных в системе [8].

Децентрализация – это основная концепция, лежащая в основе блокчейна. В отличие от традиционных систем, децентрализованные системы распределяют данные и управление между большим количеством участников. Благодаря этому, блокчейн является уникальным инструментом для создания безопасных и прозрачных систем. В децентрализованной системе нет единого центра управления. Вместо этого, сеть является совокупностью множества компьютеров (узлов), каждый из которых хранит копию всего реестра и участвует в процессе верификации транзакций. Это достигается с помощью различных

<http://ej.kubagro.ru/2025/08/pdf/14.pdf>

алгоритмов: Proof of Stake (PoS) или Proof of Work (Pow). Одним из главных преимуществ такой системы – безопасность. Так как данные распределены между различными узлами, взлом системы становится практически невозможным. В централизованных системах если произойдет взлом одного сервера, то может произойти утечка данных или другие, более серьезные последствия. Вторым, не менее важным преимуществом является доступность. Децентрализованные системы предоставляют доступность данных для всех, кто является участником сети. Это значит, что пользователи могут получать доступ к своей информации в любое время, без обращения к одному определенному органу [3].

### **Постановка задачи и методика решения**

По итогам исследования предполагается проектирование и разработка цифрового инструмента для хранения данных о прививках пациента с использованием технологии блокчейн. Функциональные задачи, решаемые этим инструментом, призваны облегчить доступ к данным о вакцинациях физических лиц как для самих пациентов, так и для сотрудников медицинских учреждения, а также работодателей и других заинтересованных лиц. Базовой методикой решения данной задачи является применение алгоритмов технологии блокчейн, которые, в свою очередь позволяют обеспечить дополнительную конфиденциальность и безопасность хранения данных.

К основным функциональным задачам проекта можно отнести:

- со стороны обычного пользователя – регистрацию и вход в аккаунт;
- со стороны пациента – просмотр своей карты прививок, получение уведомлений о необходимости проведения вакцинации, открытие доступа к своей карте для заинтересованных лиц, возможность отзыва такого доступа;

– со стороны сотрудника медицинского учреждения – управление картами прививок пациентов (включает как просмотр, так и изменение данных) и запрос доступа к картам (с помощью адреса либо через QR-код).

Интерфейс разрабатываемого цифрового инструмента также призван обеспечить интуитивно понятную работу с системой для различных категорий пользователей.

### **Методы и материалы**

Основная цель проекта – предоставление возможности хранения, просмотра и управления данными прививочной карты со стороны пациента и организации. Перед началом разработки системы нужно определиться с её архитектурой. Основным функционал системы должен быть разделен на три роли: пользователь, пациент, организация. Эти роли имеют различный функционал, причем пользователь – основная роль, от которой разветвляются пациент и организация.

Моделирование архитектуры системы можно провести с помощью языка UML, который позволяет в графической форме представить различные системы проекта и их взаимодействие [6]. Для описания функционала и ролей подойдет диаграмма вариантов использования. Эта диаграмма изображена на рисунке 1.

Для того, чтобы лучше понять процесс работы с системой, можно разработать диаграмму деятельности. Данная модель будет отражать общий алгоритм работы с системой при использовании определенного функционала, доступного пользователю в зависимости от его роли. Так, на рисунке 2 представлена диаграмма деятельности, которая описывает процесс управления прививочной картой со стороны организации.

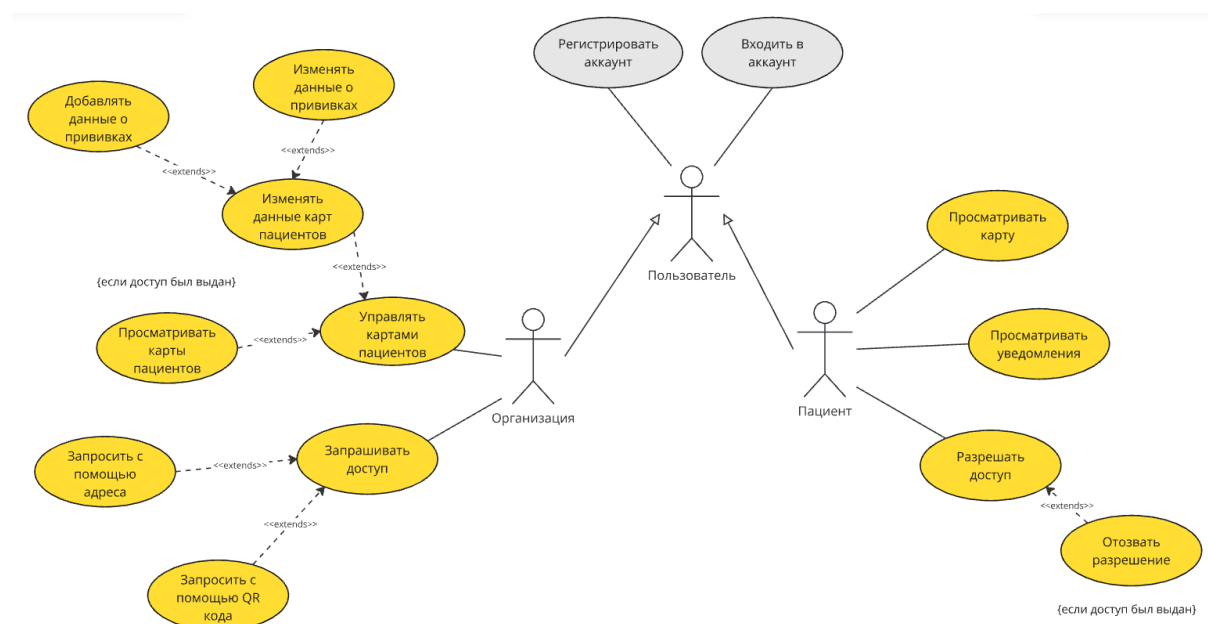


Рисунок 1 – Проектирование функционала и ролей

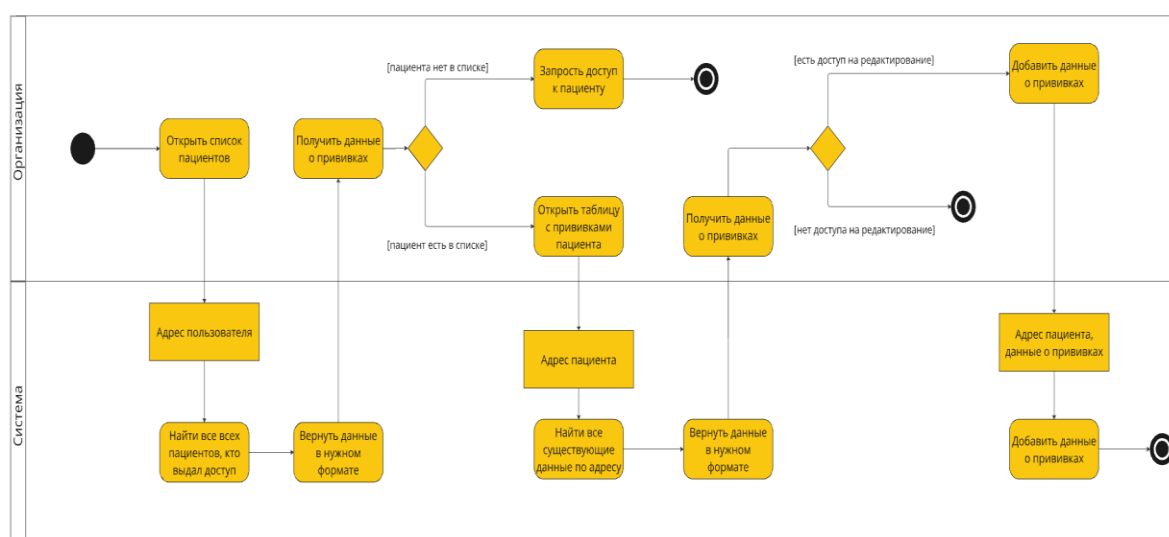


Рисунок 2 – Управление картой со стороны организации (диаграмма деятельности)

Условно систему можно разделить на 2 потока – пользователь и собственно сама система. Так как в данном случае пользователем является организация, то при попытке запроса на просмотр и изменение данных система сначала проверяет, был ли пациентом выдан доступ данной организации. Затем, если доступ имеется, загружаются данные из системы и передаются пользователю.

Для выбора стека технологий, которые используются в разработке системы, было проведено исследование рынка, чтобы понять, какие технологии являются на данный момент востребованными, надежными и подходящими для работы проектируемой системы.

Серверная часть платформы построена на платформе ASP.NET, что гарантирует ее высокую производительность и способность к масштабированию. Данная технология была выбрана для разработки надежного API, отвечающего за обработку запросов, поступающих как от пользователей, так и от медицинских учреждений.

Для реализации смарт-контрактов и обеспечения взаимодействия с блокчейном в архитектуру был включен Node.js. Его роль заключается в выполнении операций, связанных с блокчейн-сетью. В качестве основного инструмента для разработки, тестирования и развертывания смарт-контрактов применяется фреймворк Hardhat, который значительно упрощает процессы отладки. Сами смарт-контракты реализованы на языке Solidity, являющимся отраслевым стандартом для экосистемы Ethereum [1].

Для разработки системы был выбран блокчейн Ethereum, так как он является одним из самых популярных для создания на нем децентрализованных приложений, однако система позволяет при необходимости поменять текущий блокчейн без особых трудностей на тот случай, если появится более подходящее решение для проектируемой системы.

Для хранения данных системы используется PostgreSQL. Это реляционная база данных, которая позволяет эффективно управлять структурированной информацией. Она требуется для управления пользователями, в то время как сами данные о прививках хранятся на блокчейне.

Клиентская часть проекта создана на технологии React. Это библиотека, которая позволяет разработать динамичный и интуитивно

понятный веб-интерфейс, делающий работу с системой удобной как для пациентов, так и для медицинских работников.

### **Обсуждение результатов**

В ходе разработки системы было проведено исследование методов и алгоритмов блокчейн-технологий, которое подтвердило преимущества децентрализованного хранения данных с точки зрения удобства и безопасности.

Для апробации функционала платформы было выполнено экспериментальное моделирование на тестовом наборе данных. В качестве исходной информации использовались записи о вакцинации пациентов, содержащие сведения о типе прививки, дате ее проведения, дозе, серии препарата и результате.

Имитация работы блокчейн-сети была организована с помощью фреймворка HardNat, который позволил развернуть тестовую сеть узлов, точно моделирующую поведение реального блокчейна. На этапе разработки особое внимание было уделено параметрам безопасности, в частности, выбору алгоритмов хеширования для защиты пользовательской информации, хранящейся в базе данных.

Завершающим этапом стали комплексные испытания системы, проведенные после ее настройки и загрузки тестовых данных. Исследование функционала системы показало, что система находится в рабочем состоянии и выполняет заданные ей функции, что свидетельствует об успешной реализации проекта.

Далее на рисунках 3-5 представлены отображения некоторых страниц в системе.

**Пациент**

**Фамилия**  
Иванов

**Имя**  
Иван

**Отчество**  
Иванович

**Дата рождения**  
01.01.2000

**Пол**  
Мужской

**Публичный Адрес**  
0xa705d9a190f72af4d95e06179fcaed9d5468c2aA

**Прививки**  
> Реакция манту

Рисунок 3 – Просмотр данных пациента со стороны организации

**Доступ**

**Состояние**  
Принят

| № | Наименование   | Адрес         | Тип доступа | Состояние | Действия |
|---|----------------|---------------|-------------|-----------|----------|
| 1 | ООО "Компания" | улица Пушкина |             | Принят    |          |

Рисунок 4 – Выдача доступа организации со стороны пациента

**Добавить запись**

| № | Дата       | Возраст | Серия | Доза | Результат |
|---|------------|---------|-------|------|-----------|
| 1 | 01.01.2000 | 21      | 1234  | 135  | хорошо    |

Рисунок 5 – Добавление данных о прививках пациента

### **Заключение**

Таким образом, в результате проведенного исследования была разработана и протестирована система хранения данных о прививках пациентов на основе блокчейн-технологий. Результаты проведенного исследования свидетельствуют о высокой эффективности и надежности предложенной архитектуры в решении задач защиты, обеспечения доступности и прозрачности медицинских данных. Экспериментальное тестирование подтвердило стабильную работу системы и ее потенциал для успешной интеграции в действующую ИТ-инфраструктуру медицинских организаций.

Полученные данные указывают на существенную практическую ценность внедрения блокчейн-технологий для управления данными о вакцинации населения. Такая система может использоваться как основа для создания единой национальной или международной базы данных о вакцинации.

В дальнейших исследованиях планируется расширить функционал системы. Так, для более удобной идентификации проект может быть интегрирован с существующими системами идентификации, например ЕСИА. Также, для более удобной работы внутри территории страны, система может быть перенесена на какой-либо другой блокчейн, например, локальный.

### **Список литературы**

1. Башир, И. Блокчейн: архитектура, криптовалюты, инструменты разработки, смарт-контракты / И. Башир ; перевод М. А. Райтман. — Москва : ДМК Пресс, 2019. — 538 с. — ISBN 978-5-97060-624-7. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/124984.html>.

2. Ващенко, В. Р. Обзор методик оценки экономической эффективности внедрения бизнес-приложений / В. Р. Ващенко, Е. А. Иванова // Информационное общество: современное состояние и перспективы развития : сборник материалов XII международного форума, Краснодар, 15–20 июля 2019 года. — Краснодар: ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет имени И. Т. Трубилина», 2019. — С. 380-382.

3. Генкин, А. С. Блокчейн: Как это работает и что ждет нас завтра / А. С. Генкин, А. А. Михеев. – М.: Альпина Паблишер, 2018. – 281 с.
4. Ефанова, Н. В. Управление ИТ-проектами / Н. В. Ефанова, И. М. Яхонтова. – Краснодар : Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина, 2021. – 174 с. – ISBN 978-5-907430-96-9.
5. Заяц, А. М. Блокчейн-системы и технологии : учебное пособие для вузов / А. М. Заяц. – 2-е изд., стер. – Санкт-Петербург : Лань, 2025. – 112 с. : ил. – Текст : непосредственный.
6. Клименко, Н. А. Рекомендации по выбору технологий и фреймворков для разработки бизнес-приложений / Н. А. Клименко, Е. А. Иванова // Цифровизация экономики: направления, методы, инструменты : Сборник материалов I всероссийской студенческой научно-практической конференции, Краснодар, 21–25 января 2019 года. – Краснодар: Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина, 2019. – С. 384-387.
7. Кудря, К. В. Методы и средства обеспечения устойчивости функционирования бизнес-приложений / К. В. Кудря, Е. А. Иванова // Цифровизация экономики: направления, методы, инструменты : Сборник материалов II всероссийской научно-практической конференции, Краснодар, 20–24 января 2020 года. – Краснодар: Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина, 2020. – С. 396-399.
8. Маяков, В. А. Сравнительная характеристика основных платформ облачных вычислений / В. А. Маяков, Е. А. Иванова // Информационное общество: современное состояние и перспективы развития : сборник материалов VIII международного форума, Краснодар, 26–30 декабря 2016 года. – Краснодар: Кубанский государственный аграрный университет, 2017. – С. 358-360.
9. Нилова, Н. М. Стандартизация и управление качеством информационных систем : Учебное пособие / Н. М. Нилова, Н. В. Ефанова. – Краснодар : Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина, 2022. – 191 с. – ISBN 978-5-907598-09-6.

### References

1. Bashir, I. Blokchejn: arhitektura, kriptovaljuty, instrumenty razrabotki, smart-kontrakty / I. Bashir ; perevod M. A. Rajtman. — Moskva : DMK Press, 2019. — 538 с. — ISBN 978-5-97060-624-7. — Текст : jelektronnyj // Cifrovoj obrazovatel'nyj resurs IPR SMART : [sajt]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/124984.html>.
2. Vashhenko, V. R. Obzor metodik ocenki jekonomicheskoy jeffektivnosti vnedrenija biznes-prilozhenij / V. R. Vashhenko, E. A. Ivanova // Informacionnoe obshhestvo: sovremennoe sostojanie i perspektivy razvitija : sbornik materialov XII mezhdunarodnogo foruma, Krasnodar, 15–20 ijulja 2019 goda. – Krasnodar: FGBOU VO «Kubanskij gosudarstvennyj agrarnyj universitet imeni I. T. Trubilina», 2019. – S. 380-382.
3. Genkin, A. S. Blokchejn: Kak jeto rabotaet i chto zhdet nas zavtra / A. S. Genkin, A. A. Miheev. – M.: Al'pina Pablisher, 2018. – 281 s.
4. Efanova, N. V. Upravlenie IT-proektami / N. V. Efanova, I. M. Jahontova. – Krasnodar : Kubanskij gosudarstvennyj agrarnyj universitet imeni I.T. Trubilina, 2021. – 174 s. – ISBN 978-5-907430-96-9.
5. Zajac, A. M. Blokchejn-sistemy i tehnologii : uchebnoe posobie dlja vuzov / A. M. Zajac. – 2-e izd., ster. – Sankt-Peterburg : Lan', 2025. – 112 s. : il. – Текст : neposredstvennyj.
6. Klimenko, N. A. Rekomendacii po vyboru tehnologij i frejmvorkov dlja razrabotki biznes-prilozhenij / N. A. Klimenko, E. A. Ivanova // Cifrovizacija jekonomiki: napravlenija, metody, instrumenty : Sbornik materialov I vserossijskoj studencheskoj nauchno-

prakticheskoy konferencii, Krasnodar, 21–25 janvarja 2019 goda. – Krasnodar: Kubanskij gosudarstvennyj agrarnyj universitet imeni I.T. Trubilina, 2019. – S. 384-387.

7. Kudrja, K. V. Metody i sredstva obespechenija ustojchivosti funkcionirovanija biznes-prilozhenij / K. V. Kudrja, E. A. Ivanova // Cifrovizacija jekonomiki: napravlenija, metody, instrumenty : Sbornik materialov II vserossijskoj nauchno-prakticheskoy konferencii, Krasnodar, 20–24 janvarja 2020 goda. – Krasnodar: Kubanskij gosudarstvennyj agrarnyj universitet imeni I.T. Trubilina, 2020. – S. 396-399.

8. Majakov, V. A. Sravnitel'naja harakteristika osnovnyh platform oblachnyh vychislenij / V. A. Majakov, E. A. Ivanova // Informacionnoe obshhestvo: sovremennoe sostojanie i perspektivy razvitija : sbornik materialov VIII mezhdunarodnogo foruma, Krasnodar, 26–30 dekabrja 2016 goda. – Krasnodar: Kubanskij gosudarstvennyj agrarnyj universitet, 2017. – S. 358-360.

9. Nilova, N. M. Standartizacija i upravlenie kachestvom informacionnyh sistem : Uchebnoe posobie / N. M. Nilova, N. V. Efanova. – Krasnodar : Kubanskij gosudarstvennyj agrarnyj universitet imeni I.T. Trubilina, 2022. – 191 s. – ISBN 978-5-907598-09-6.