

УДК 004.6:331.103.255

## ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ БЛОКЧЕЙН ДЛЯ ХРАНЕНИЯ ДАННЫХ ЭЛЕКТРОННЫХ МЕДИЦИНСКИХ КАРТ ПАЦИЕНТОВ

Цыганов С.Н.

ФГБОУ ВО «Российский экономический университет имени Г.В. Плеханова», Москва,  
e-mail: tsyganov93@gmail.com

Развитие цифровой экономики невозможно без внедрения новых технологий. В последнее время особенно популярна технология блокчейн. Вопросам применения данной технологии в различных отраслях экономики уделяется много внимания, в том числе со стороны государства. В здравоохранении выделяют несколько направлений применения технологии блокчейн, но наиболее очевидный и целесообразный – хранение данных электронных медицинских карт пациентов. Использование данной технологии позволит повысить безопасность и сохранность медицинских данных, а также поможет объединить разрозненные данные в единую базу данных. Личные данные пациента будут обладать портативностью за счет децентрализованного хранения, а контролировать доступ к данным будет сам пациент. В ходе исследования определены особенности технологии блокчейн, проведен анализ мирового опыта применения технологии в сфере здравоохранения, определены преимущества и недостатки технологии, обозначены перспективы использования технологии блокчейн для хранения данных электронных медицинских карт, разработана схема хранения данных, выявлены возможные проблемы при использовании технологии. Полученные результаты позволили научно обосновать целесообразность хранения данных электронных медицинских карт пациентов с помощью технологии блокчейн.

**Ключевые слова:** блокчейн, электронная медицинская карта, ЭМК, медицинская организация, медицинская информационная система, МИС, информатизация медицины, цифровое здравоохранение

## USING BLOCKCHAIN TECHNOLOGY FOR STORING ELECTRONIC HEALTH RECORDS

Tsyganov S.N.

Plekhanov Russian University of Economics, Moscow, e-mail: tsyganov93@gmail.com

The development of digital economy is not possible without the introduction of new technologies. Recently, the blockchain technology is especially popular. The use of this technology in various economic sectors has received a lot of attention, especially from the government. In health care, several areas of application of blockchain technology are singled out, but the most obvious and meaningful area is storing electronic health records. The use of this technology will improve the safety and security of medical data, and will help to combine disparate data into a single database. Personal data of the patient will have portability due to decentralized storing, and the patient will fully control access to the data. In the course of the research the features of blockchain technology were identified, the world experience of using technology in health care was analyzed, the advantages and disadvantages of technology were identified, the prospects for using blockchain technology for storing electronic health records were outlined, a data storage scheme was developed, and possible problems with the use of technology were identified. The obtained results allowed to scientifically prove the expediency of storing electronic health records data with the help of blockchain technology.

**Keywords:** blockchain, electronic health record, EHR, EMR, health care organization, health care information system, medical informatization, digital health

В настоящее время активно обсуждается возможность применения технологии блокчейн в различных сферах экономики. О перспективах применения технологии в здравоохранении говорится пока немного, однако не исключено, что именно технологии блокчейн предстоит совершить революцию в здравоохранении. Несмотря на то, что технология еще молода и только начинает развитие, о готовности внедрять решения на блокчейне в 2017–2020 гг., по данным IBM Institute for Business Value, заявляют 72% компаний мирового рынка медицинских услуг [1].

Мало кто сомневается, что блокчейн в числе других технологий изменит рынок медицинских услуг, однако пока остается

открытым вопрос: где именно в здравоохранении использование блокчейна окажется более выгодным, а сама технология будет использоваться наиболее широко [2]? Выделяют несколько основных направлений применения технологии, где в данный момент развивается большинство проектов: хранение электронной медицинской карты (ЭМК), учет оказанных услуг в системе страхования и продажа рецептурных препаратов [3].

Наиболее очевидный и целесообразный вариант применения технологии блокчейн в здравоохранении в данный момент – создание единой базы ЭМК. Это позволит, во-первых, собрать и сделать доступной всю историю болезни каждого пациента: назна-

ченные обследования, курсы лечения, поставленные диагнозы, результаты анализов, во-вторых, собрать в одном месте информацию по населению, причем не только из системы обязательного медицинского страхования (ОМС), но и добровольного (ДМС), а также данные о платных приемах, т.к. сейчас в большинстве случаев записи о том, как и какое заболевание было диагностировано, какое назначено лечение, остаются только в компьютере врача или в медицинской информационной системе (МИС) [4]. Создание единой базы данных ЭМК на блокчейне позволит видеть полную историю по пациентам, организовать преемственность медицинской помощи и собирать более достоверную статистику [5].

**Цель** исследования: научно обосновать целесообразность хранения данных ЭМК пациентов с помощью технологии блокчейн.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие **задачи**:

1. Определить особенности технологии блокчейн.
2. Провести анализ существующих в мире проектов на блокчейне в сфере здравоохранения.
3. Определить преимущества и обозначить перспективы использования технологии блокчейн для хранения данных ЭМК.
4. Разработать схему хранения данных ЭМК на блокчейне.
5. Определить недостатки технологии и выявить возможные проблемы при использовании.

### Технология блокчейн

Блокчейн (от англ. *blockchain* – цепочка блоков) – это выстроенная по определенным правилам непрерывная последовательная цепочка блоков, содержащих информацию [6]. Блокчейн – технология на основе распределенных реестров, которая позволяет наладить принципиально новый механизм обмена данными и хранения данных о транзакциях. В свою очередь распределенный реестр – это база данных, составные части которой размещаются в различных узлах компьютерной сети. Данные в такой базе связаны между собой по определенным принципам, т.е. здесь есть некий заданный формализм, это не просто набор разбросанных по сети файлов. Блокчейн позволяет создать децентрализованную систему отношений, в которой каждая следующая транзакция зависит от предыдущей. Таким образом, данные о транзакции невозможно изменить или удалить. Схема функционирования технологии блокчейн в общем виде представлена на рис. 1.

Блокчейн – свободное программное обеспечение. Это снимает с его использования целый ряд ограничений, поэтому, в перспективе использование блокчейн снизит стоимость оформления транзакций, ускорит их проведение, а также повысит надежность транзакционных систем: в случае технического сбоя или, к примеру, кибератаки система не позволит внести неподтвержденные изменения.

Устойчивость также достигается за счет того, что подобная система не нуждается в едином удостоверяющем центре. Кроме того, она ни административно, ни технически не зависит от властей, так что при развитии глобальных систем на основе технологии блокчейн будет практически невозможно заблокировать участие какой-либо страны в таких проектах с помощью политических рычагов.

На государственном уровне блокчейну уделяют большое внимание, что само по себе говорит о том, что это перспективная технология.

### Мировой опыт

В ряде стран уже реализуются пилотные блокчейн-проекты для повышения надежности и прозрачности систем здравоохранения.

В Эстонии с 2016 г. Управлением электронного здравоохранения в сотрудничестве с компанией Guardtime развивается пилотный проект по использованию технологии блокчейн для отслеживания электронных медицинских записей [8]. Государство договорилось с компанией Guardtime о переводе данных электронных медицинских карт более чем 1 млн граждан на блокчейн-основу. Одновременно проходит интеграция блокчейна в «Электронную Эстонию». Пациент, а также иные лица, которые имеют доступ к электронным медицинским записям, могут отслеживать медицинскую информацию, при этом технология идентифицирует лицо, дату и время просмотра медицинских записей, что позволяет пациенту контролировать собственные данные, а также обеспечивает прозрачность процесса оказания медицинской помощи.

В Нидерландах в 2016 г. компания Prescript в сотрудничестве с SNS Bank NV и Deloitte разработала блокчейн-приложение для пациентов с хроническими заболеваниями. В приложении используется iDIN-сервис онлайн-аутентификации, предоставляемый банками, в качестве средства для подключения к блокчейну. Сервис iDIN обеспечивает такую же безопасность и удобство, как интернет-банкинг.

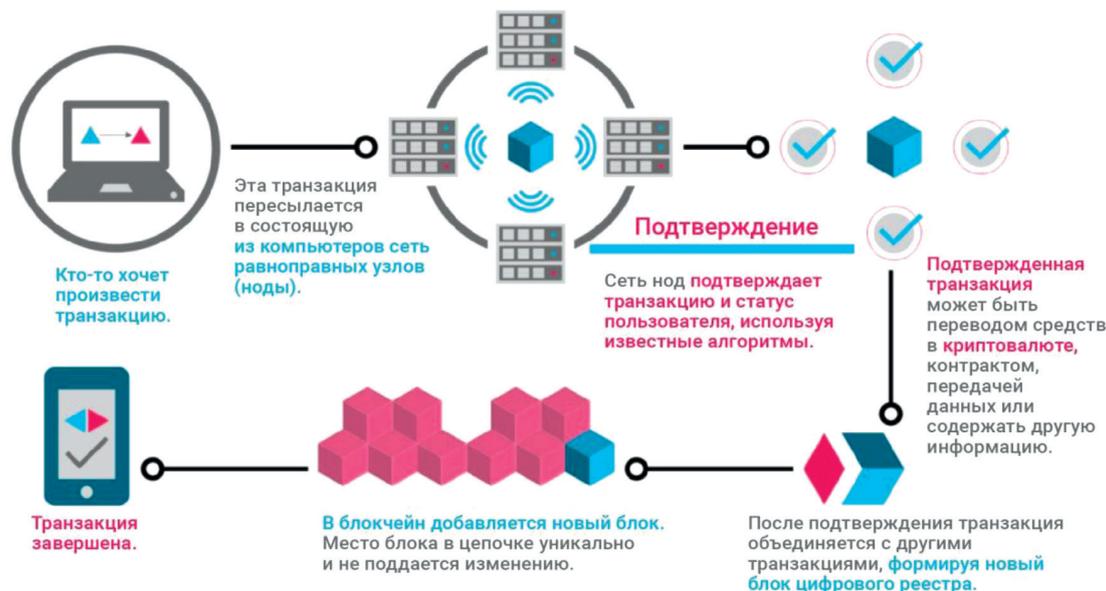


Рис. 1. Схема функционирования технологии блокчейн [7]

В США стартап BitHealth, плотно работающий с государственными структурами над аналогичным проектом, в 2016 г. начал использование блокчейн-технологии для того, чтобы дать пациентам дополнительные платежные возможности при работе со страховщиками. Несмотря на зависимость от биткоина, страховщики, которые предлагают этот метод, будут иметь существенное преимущество перед своими конкурентами.

Недавно был анонсирован проект по внедрению блокчейна в здравоохранение Китая, в котором участвует Alibaba. Проект MedRes в Израиле работает над системой умных контрактов для обмена медицинскими картами между разными клиниками [9].

Присматривается к идее перевода медицинских карт на блокчейн и российский Минздрав в партнерстве с Внешэкономбанком. 6 сентября 2017 г. в рамках сессии по здравоохранению на Восточном экономическом форуме (ВЭФ) глава Минздрава Вероника Скворцова заявила, что технология блокчейн может быть применена для хранения данных электронных медицинских карт пациентов. Скворцова подчеркнула, что система хранения медицинских карт будет в максимальной степени деперсонализована, что позволит сохранить врачебную тайну. При этом пациенты смогут сами определять, какую часть информации из своих медицинских карт они хотят раскрыть [10].

О планах внедрить технологию распределенного реестра в систему Минздрава ранее сообщал Владимир Демин, советник

председателя правления Внешэкономбанка [11]. По словам эксперта, карты на блокчейне позволят ликвидировать бумажную бюрократическую «волокиту» в медицинских учреждениях и сосредоточить усилия врачей на оказании медицинской помощи. Кроме того, блокчейн будет способствовать прозрачному и безопасному обороту медикаментов, выдающихся по рецепту врача. Демин считает, что таким способом можно избежать фактов фальсификации рецептов. Чтобы сохранить врачебную тайну между пациентом и врачом, предлагается использовать биометрические данные, которые в экстренных ситуациях дежурный врач сможет получить с помощью отпечатка пальца пациента, даже если последний без сознания.

### Преимущества и перспективы применения технологии

Несмотря на то, что хранение данных ЭМК и организацию доступа к ним можно реализовать без использования блокчейн, данная технология обеспечивает безопасность и целостность данных и за счет этого имеет ряд преимуществ.

#### 1. Достоверность медицинских данных:

- Исключение несанкционированного изменения данных. Врач, внося какие-либо новые записи в историю болезни, не сможет убрать уже внесенную информацию о пациенте, так как она навсегда останется в системе и будет идентифицирована и привязана к лицу, внесшему ее.

- Исключение несанкционированного использования данных. Технология блокчейн не позволит манипулировать данными об истории болезней пациента для получения положительных медицинских заключений. Данные о заболеваниях невозможно будет удалить или несанкционированно внести без ведома того, кто имеет право на корректировку или внесение таких данных. Тем самым система уменьшает коррупционный риск дачи взятки медицинскому работнику для получения медицинской справки.

- Исключение несанкционированного доступа к данным. В блокчейн-системе электронных медицинских карт каждый пациент получит свой цифровой ключ для доступа к личным сведениям, которые не будут находиться в открытом доступе. Пациенты самостоятельно управляют доступом к своим данным, определяя, какие лечебные учреждения и врачи могут видеть информацию.

## 2. Качество медицинских данных:

- Унификация и стандартизация данных истории болезни и клинических исследований (анализов). Так как система глобальна и имеет единую структуру, пользователи могут предоставить свои данные врачам в любой клинике.

- Сбор достоверной статистики. Блокчейн исключает возможности для манипулирования данными.

- Создание огромной базы клинических случаев, которая позволит любому врачу из любой точки мира посмотреть уже имеющийся случай выздоровления и применить его на практике.

- Новые возможности по использованию данных в исследовательских целях. Такая система электронных медицинских карт даст простор для исследований причин заболеваний и новых терапий. Многие с радостью поделятся своим генетическим кодом или данными с носимых устройств (гаджетов, браслетов и т.п.), при условии легко реализуемой в блокчейне анонимности.

## 3. Гибкость в управлении медицинскими данными:

- Упрощение и упорядочение схемы обмена данными. Во всех копиях реестра будет актуальная, обновляемая в режиме, близком к реальному времени, информация, в том числе записи об изменениях в истории болезни. Сокращение времени на обмен информацией, ускорение предоставления и синхронизации данных позволит сократить технологические издержки.

- Упрощение процедуры идентификации пациента. Будет сразу доступна информация о группе крови, хронических заболеваниях и наследственности, об аллере-

гических реакциях, в том числе на лекарственные средства. Доступ к этой информации позволит экономить время и средства на некоторых повторных анализах и опросе пациента, а в экстренных случаях позволит быстрее приступить к оказанию помощи пациенту.

- Передача прав на управление данными в руки пациентов. Пациенты смогут самостоятельно управлять доступом к своим данным, определяя, какие лечебные учреждения и врачи могут видеть информацию. Истории болезни станут более прозрачными для пациентов.

- Портативность данных за счет децентрализованного хранения.

## Схема хранения данных ЭМК на блокчейне

В настоящее время стоит задача создания системы хранения информации о пациентах и организации удобного доступа к ней со стороны медицинских учреждений. Блокчейн может позволить накапливать информацию за всю жизнь пациента, обеспечивая при этом портативность данных и высокий уровень безопасности. Реализация системы хранения данных на блокчейне позволит лечебно-профилактическим учреждениям (ЛПУ) и пациентам получить доступ к ЭМК, при этом пациенты будут полностью распоряжаться своими данными и смогут легко искать свои записи, которые зашифрованы и хранятся в блокчейне. Благодаря шифрованию с несколькими ключами система на основе блокчейна позволит получать доступ к данным только в том случае, если соответствующее лицо подпишет соответствующее разрешение (возможно, на ограниченный период времени) [12].

Схема, представленная на рис. 2, подразумевает следующий принцип работы:

1. Пациент предоставляет ЛПУ временный доступ к своим данным.

2. Умный контракт временно разблокирует ЭМК пациента для внесения изменений. Пациент уведомляется о любых попытках доступа и изменениях.

3. ЛПУ использует свой идентификатор для доступа к нужным данным. После завершения медицинских процедур ЛПУ обновляет ЭМК пациента.

4. Происходит обновление ЭМК пациента. Умный контракт автоматически информирует об этом пациента и врача:

- Пациент информируется об изменении в ЭМК.

- Умный контракт информирует врача о получении пациентом набора услуг в рамках посещения ЛПУ.

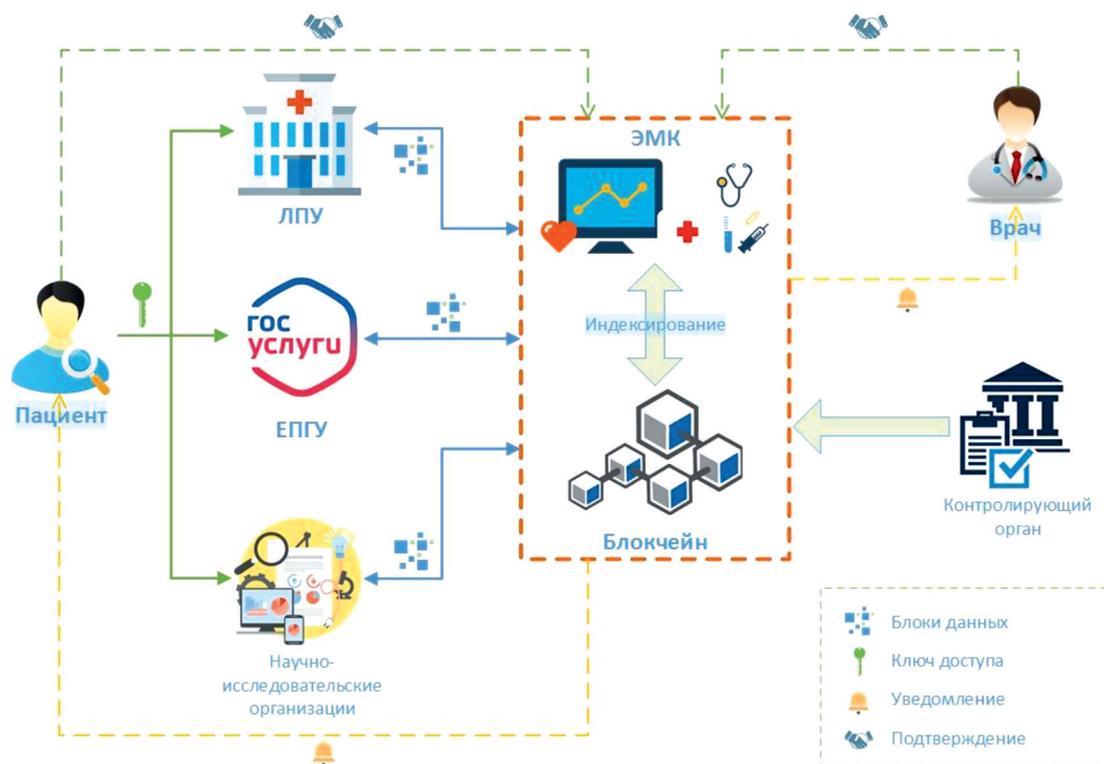


Рис. 2. Схема хранения данных ЭМК на блокчейне

5. Пациент подтверждает изменения в ЭМК, а врач подтверждает оказанные пациенту услуги.

Кроме того:

1. Пациент предоставляет доступ к данным своей ЭМК для научных и исследовательских целей.

2. Умный контракт отправляет анонимные данные с определенным временным интервалом в predetermined безопасное место.

3. Пациент может в любой момент получить доступ к своей ЭМК через единый портал государственных услуг (ЕПГУ).

4. Независимая комиссия контролирует текущие процессы в блокчейне и обеспечивает доступ к данным в случае крайней необходимости.

#### Проблемы и недостатки технологии

Несмотря на то, что технология блокчейн имеет ряд неоспоримых преимуществ перед другими технологиями, все еще остаются нерешенным ряд вопросов:

1. Вопрос качества информации. Технология не позволяет определить, точный ли диагноз поставлен, подходящий ли перечень услуг был оказан пациенту.

2. Вопрос унификации информации и стандартизации медицинских записей.

Здесь понадобятся инструменты для управления качеством данных и создания так называемых золотых записей о пациентах: нужно будет идентифицировать каждого, убрать дублирующие записи. Без инструментов, которые автоматизируют этот процесс, на это могут уйти годы.

3. Изменения рабочих процессов внутри лечебных заведений [13, с. 87]. Новый принцип сбора и использования информации повлечет за собой изменения и в порядке работы врачей и администрации. В частности, систему медицинских карт нужно будет интегрировать с системой расчетов. Потребуется наладить обмен информацией между учреждениями, а также создать сам процесс предоставления и получения доступа к карте пациента. Потребуется дополнительные затраты на обучение медицинского персонала для работы с электронными платформами, а также оснащение необходимым оборудованием.

Как и любая другая технология, блокчейн имеет свои недостатки:

1. Проблема управления ключами. В случае переноса данных о состоянии здоровья пациента на блокчейн приватные ключи доступа получит сам пациент и его врач – однако не ясно, как будет организован доступ к ним в случае недееспособности пациента.

2. Безопасность данных лишь в теории. Нет однозначной уверенности, что система хранения данных на блокчейне будет безопасна. Управление доступом к медицинским данным сложнее, чем управление платежами или доступом к криптокошелькам, а последние регулярно оказываются мишенями для хакеров, причем удачными. При этом медицинские данные на черном рынке ценятся значительно выше, чем те же номера кредитных карт, а значит, атаки с целью их получения будут изощреннее.

3. Отсутствие практического опыта использования. Большинству технологических решений, использующих блокчейн, всего лишь несколько лет, они не тестировались в производственных условиях. Умные контракты, системы распределенного хранения данных находятся на очень ранней стадии разработки, и это повышает риски безопасности и стоимость разработки.

### Заключение

Сейчас технологию блокчейн пытаются «притянуть» к чему угодно и нередко преувеличивают ее значение. Эксперты и участники рынка предостерегают от чрезмерного применения технологии в сфере здравоохранения и напоминают о проблемах, которые могут возникнуть в случае активного использования блокчейна на рынке медицинских услуг. Технология не является достаточно зрелой, поэтому, прежде чем ее использовать, необходимо решить ряд технических, организационных и экономических проблем [14].

Но в целом блокчейн дает основу для качественного рывка в здравоохранении. Использование данной технологии для хранения ЭМК позволит повысить безопасность и сохранность данных пациента, а также поможет связать разрозненные базы в одно целое, сделав взаимодействие пациентов, врачей, медицинских учреждений и страховых компаний более прозрачным. Личные данные пациента будут обладать «портативностью» за счет децентрализованного хранения и находиться под контролем самого пациента.

Использование блокчейна сделает возможным переход на персонализированную медицину, поскольку в базе данных будут храниться все эпизоды взаимодействия пациента с медицинскими учреждениями, анализы, физиотерапевтические процедуры, хроника, наследственность, реакция на различные препараты и т.д. Станет значительно проще проводить аудит качества оказываемой помощи и ранжировать меди-

цинские учреждения, а также контролировать их работу. Поскольку использование технологии позволит получать качественные и достоверные медицинские данные, а также сократить технологические издержки, пациенты получат услуги более высокого качества по выгодной цене.

### Список литературы

1. Healthcare Rallies for Blockchains: Keeping Patients At the Center // IBM Institute for Business Value. – December 2016. – 24 p. [Online]. Available: <https://www-01.ibm.com/common/ssi/cgi-bin/ssialias?htmlfid=GBE03790USEN> (accessed: October 5, 2017).
2. И вас вылечат: что принесет блокчейн медицине [Электронный ресурс]. URL: <https://www.if24.ru/blokchejn-v-meditsine/> (дата обращения: 03.10.2017).
3. Цыганов С.Н. Возможности применения технологии блокчейн в здравоохранении // Перспективы развития науки и образования: сборник научных трудов по материалам XXI международной научно-практической конференции, 30 сентября 2017 г. / Под общ. ред. А.В. Туголукова – М., 2017. – С. 123–126.
4. Титов В.А., Цыганов С.Н. Проблемы информатизации системы здравоохранения в России // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2016. – № 3–3. – С. 500.
5. Блокчейн гарантирует преемственность медицинской помощи [Электронный ресурс]. URL: <https://www.medvestnik.ru/content/interviews/Blokchein-garantiruet-preemstvennost-medicinskoj-pomoshi.html> (дата обращения: 06.10.2017).
6. Satoshi Nakamoto. Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System. – 2008. – 9 p [Online]. Available: <https://www.bitcoin.org/bitcoin.pdf> (accessed: October 5, 2017).
7. Как умные контракты изменят нашу жизнь [Электронный ресурс]. – URL: <https://habrahabr.ru/company/exante/blog/321548/> (дата обращения: 03.10.2017).
8. Здравоохранение на блокчейне [Электронный ресурс]. – URL: <http://oecd-russia.org/news/zdravooohranenie-nablokchejne.html> (дата обращения: 04.10.2017).
9. Ekblaw A. et al. A Case Study for Blockchain in Healthcare: «MedRec» Prototype for Electronic Health Records and Medical Research Data // Proceedings of IEEE Open & Big Data Conference. – 2016. – 13 p. [Online]. Available: [https://www.healthit.gov/sites/default/files/5-56-onc\\_blockchainchallenge\\_mitwhitepaper.pdf](https://www.healthit.gov/sites/default/files/5-56-onc_blockchainchallenge_mitwhitepaper.pdf) (accessed: October 5, 2017).
10. Глава Минздрава рассказала о применении блокчейна в российской медицине [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.rbc.ru/rbcfreenews/59af5f759a7947050f6af37c> (дата обращения: 10.10.2017).
11. Медкарты в России переведут на блокчейн [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.if24.ru/medkarty-perevedut-na-blokchejn/> (дата обращения: 08.10.2017).
12. Decentralized Information // Blockchain Research Lab [Online]. Available: <http://www.blockchainresearchlab.org/projects/decentralized-information/> (accessed: October 6, 2017).
13. Титов В.А., Цыганов С.Н. Разработка методов и средств автоматизации учетной и аналитической деятельности экономиста медицинской организации // Фундаментальные исследования. – 2016. – № 11–1. – С. 85–89.
14. Krawiec R.J. et al. Blockchain: Opportunities for Health Care // Deloitte. – August 2016. – 16 p [Online]. Available: <https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/us/Documents/public-sector/us-blockchain-opportunities-for-health-care.pdf> (accessed: October 7, 2017).