ЗАЩИЩЕННОСТЬ ДАННЫХ ОБ ОБЪЕКТАХ НЕДВИЖИМОСТИ И ЗЕМЕЛЬНЫХ РЕСУРСАХ НА БАЗЕ ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ И БЛОК-ЧЕЙН ТЕХНОЛОГИЙ

*Черных А.М.**

Ключевые слова: *объект недвижимости, земельные ресурсы, геоинформационные системы, блокчейн, пространственные данные, распределенная база данных, система управления базой данных, хеш-функции, асинхронный алгоритм шифрования.*

Аннотация.

Цель работы: *определение направления взаимодействия информационных ресурсов федеральных государственных и геоинформационных систем на платформе блокчейн в интересах решения задач контроля и учета объектов недвижимости и земельных ресурсов для обеспечения открытости сервиса пользователей и защищённости участников процесса сделок.*

Метод: *информационный и структурный анализ возможностей распределенных баз данных геоинформационных систем, федеральных государственных информационных систем и технологии блокчейн в решении задач контроля и учёта при совершении правовых действий с объектами недвижимости и земельными ресурсами.*

Результаты: *проанализирована структура информационной блокчейн-сети; рассмотрены основные направления обмена данными между федеральными государственными информационными системами и распределенной базой данных геоинформационной системы; разработана концептуально-логическая модель взаимодействия информационных ресурсов федеральных государственных информационных систем и геоинформационных систем на базе технологии блокчейн; распределённая структура данных и возможность обрабатывать многомерные данные (числовые, текстовые, графические, координатные и т.д.) с высокой степенью защищенности информации на длительном временном отрезке обеспечивает снижение коррупционной составляющей в системе контроля и учета правовых действий с объектами недвижимости и земельными ресурсами.*

DOI: 10.21681/1994-1404-2019-4-75-85

Одним из самых ценных ресурсов в мире является недвижимость и, в частности, земля. Законодательства многих стран, учитывая особый экономический и социальный статус земельных ресурсов и недвижимости, предъявляют соответственные требования к учету и оформлению сделок с ними. В законодательной системе регистрации прав собственности на недвижимость совершаемые сделки по передаче права собственности на недвижимость производится путём внесения изменений в записи реестра недвижимости на основании договоров купли-продажи. Ведением реестра занимаются государственные органы, что должно гарантировать точное, своевременное и непредвзятое ведение записей реестра. Решение задач соблюдения чистоты сделки добавляет бюрократические процедуры и требует дополнительные меры по контролю и проверке объекта сделки [14, 15].

Формирование институциональной среды инновационного развития согласно Концепции долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2020 г., утвержденной распоряжением Правительства Российской Федерации от 17 ноября 2008 г. N 1662-р, предусматривало развитие рынков земли и недвижимости. При этом важной задачей государства является обеспечение равной защиты прав собственности на объекты недвижимости для всех участников рынка.

Государственная политика Российской Федерации в сфере земельно-имущественных отношений направлена на рациональное использование земельных ресурсов и объектов недвижимости как важнейших составляющих национального богатства Российской Федерации, обеспечение государственных гарантий прав собственности и иных вещных прав на недвижимое имущество.

Оптимизация сферы земельно-имущественных отношений на основе соблюдения баланса интересов, взаимной ответственности и скоординированных усилиях государства, бизнеса и общества, обеспечит переход к инновационному, базирующемуся на принципах

* ***Черных Андрей Михайлович,*** *кандидат технических наук, доцент кафедры информационного права, информатики и математики Российского государственного университета правосудия, Российская Федерация, г. Москва.*

E-mail: kafpi@mail.ru

новых информационных технологий социально-ориентированному типу экономического развития Российской Федерации[1].

Постоянный рост объема документов в сфере регистрации прав и кадастрового учета при дефиците помещений, предназначенных для хранения архивов, а также несоответствии имеющихся помещений архивов нормам хранения документов и требованиям пожарной безопасности постоянно требует больших затрат. Причин для реорганизации существующей системы регистрации сделок с недвижимостью на современном этапе развития сферы государственных услуг не мало. Сохранение существующей практики при комплектовании и хранении документов Единого государственного реестра прав (ЕГРП) на недвижимое имущество и сделок с ним требует ежегодного увеличения архивных площадей. Система хранения материалов федерального картографо-геодезического фонда, ведение которого осуществляет Федеральное государственное бюджетное учреждение «Федеральный научно-технический центр геодезии, картографии и инфраструктуры пространственных данных» требует современного подхода в решении задач учета и контроля данных, связанных с недвижимостью и земельными ресурсами [8].

Определенную сложность вызывает и децентрализованная система хранения документов Федеральной налоговой службы, которая реализует процедуры архивного учета и хранения в каждом отдельном территориальном налоговом органе. Для эффективного решения проблем в этой сфере и обеспечения достижения показателей, установленных законодательными и нормативными правовыми актами Российской Федерации, по выполнению *временн**ы**х нормативов*, необходима *системная* [4] реализации мероприятий по развитию единой государственной системы регистрации прав и кадастрового учета недвижимости и их обеспеченность финансовыми ресурсами.

Некоторые страны заявили о намерениях использовать *технологии распределенных баз данных* в системе регистрации недвижимости. В настоящее время известны проекты по переводу реестров сделок с недвижимостью с использованием технологии блок-чейн в Швеции, Греции, ОАЭ, Японии и др. [9]. К технологии блок-чейн в мире проявляют интерес представители различных сфер. Степень заинтересованности государственных органов и частных компаний в разных секторах экономики и общественной жизни значительно отличается. Активно используется и повсеместно внедряется технологии блок-чейн в финансовом секторе, но при этом государственные учреждения и производственные предприятия уделяют данной технологии недостаточно внимания.

Блок-чейн – это технология распределенного реестра или децентрализованная (точнее растиражированная) база данных, для управления которой используются *криптографические* [12, 17] методы защиты информации. На ее основе осуществляется (начиная с 2009 г.) оборот криптовалют (*Bitcoin, Ethereum, Litecoin, Dogecoin, Zcash* и др.). Главное свойство блок чейн сети – неизменяемость или очень трудная обратимость созданной цепочки блоков данных. Внесенные в базу данных сведения о сделке нельзя удалить, отредактировать, так как даже незначительная правка требует огромных вычислительных ресурсов.

В России проходят тестирование несколько проектов на основе технологии распределенного реестра. Ассоциация крупнейших банков России «ФинТех»[2] (АФТ) создала первую национальную «юридически чистую» блок-чейн платформу «Мастерчейн». Ассоциация даёт экспертную оценку инновационных технологий с учетом международного опыта, а также разрабатывает концепции финансовых технологий и подходы к их внедрению, инфраструктурные решения, способствующие снижению барьеров для выхода компаний на рынок и развитию конкуренции. Успешно реализован пилотный проект в управлении системой поставок компаниями «Газпром-нефть» и «Газпромнефть-Снабжение» по технологии блок-чейн, что подтвердило возможность её применения. На настоящий момент в целом технология блок-чейн может считаться легальной на территории Российской Федерации полностью.

Для широкого внедрения технологии блок-чейн она должна быть сертифицирована и разрешена к легальному применению. Блок-чейн как технология до недавнего времени не попадала под нормативное регулирование и сертифицировать можно было только решения, созданные с помощью данной технологии. Положительное заключение ФСБ России по результатам экспертизы для блок-чейн платформы «Мастерчейн», разработанной АФТ, было получено 7 октября 2019 г. «Мастерчейн» стал первой сертифицированной платформой, которая использует российские стандарты криптографии [2] и соответствует требованиям информационной безопасности [6].

Существует несколько причин, по которым решения на блок-чейн платформе могут иметь сложности в прохождении сертификации. *Во-первых*, это отсутствие соответствующего нормативно-правового регулирования в отношении программных продуктов, созданных на базе данной технологии. *Во-вторых*, существует требование к реализации процессов взаимодействия не только в электронном, но и в бумажном виде. При этом вероятность нарушений требований в существующей системе учета, хранения и представления данных велика, и возможны несоблюдения действующего законодательства и нормативных правовых актов.

[1] Распоряжение Правительства РФ от 28 июня 2013 г. №1101-р «Об утверждении Концепции федеральной целевой программы «Развитие единой государственной системы регистрации прав и кадастрового учёта недвижимости (2014 – 2019 годы)» [Электронный ресурс] / Официальный интернет-портал правовой информации. – Режим доступа: http://www.pravo.gov.ru.

[2] Ассоциация «ФинТех» основана в конце 2016 г. по инициативе Банка России и ключевых участников российского финансового рынка.

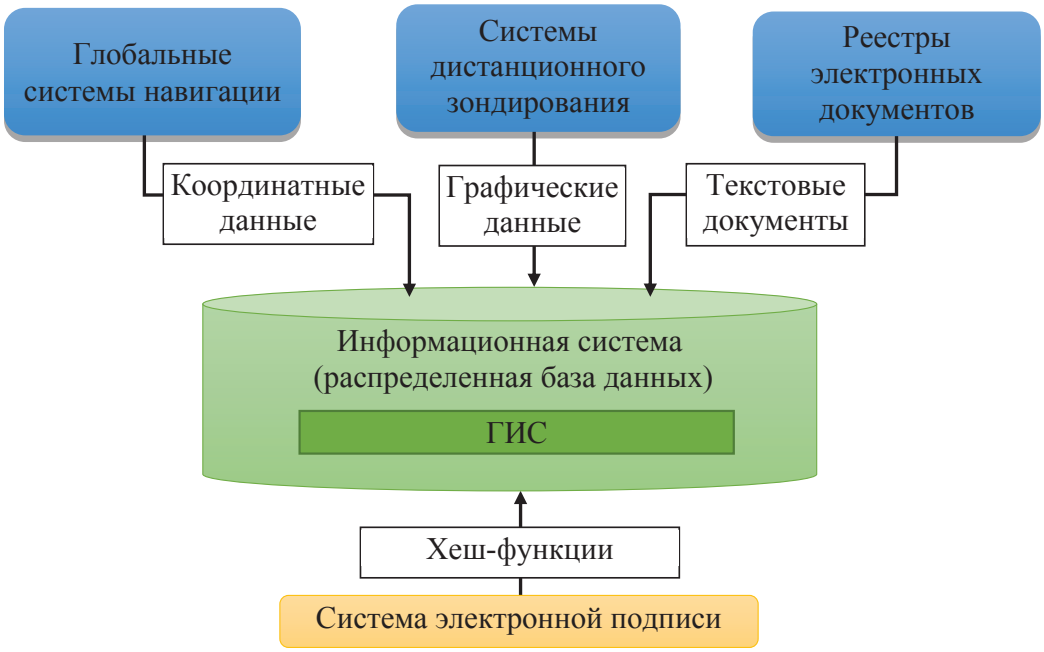

Рис. 1. Информационные системы, технологически связанные с ГИС

Для кадастрового учета сделок с недвижимостью характерна многомерная структура данных, динамичность, изменчивость данных; их постоянное обновление требует не только контроля данных, но и учета временных аспектов данных. Введение временной размерности и пространственной составляющей данных позволяет вести обработку многомерных данных в специализированной информационной системе. Реляционная модель представления атрибутов пространственных объектов в базах данных геоинформационной системы как наиболее распространенной информационной модели, основанной на поддержке атрибутивной части пространственных данных в системах управления базами данных реляционного типа, объединяет все необходимые их представления [15].

Построение системы регистрации и учета пространственных данных с высокой степенью защищённости объектов недвижимости наиболее удобно на основе геоинформационных систем (ГИС). ГИС как специализированная реляционная база данных с возможностью масштабирования позволяет наиболее полно отразить распределённую структуру системы по регистрации и учету объектов недвижимости. Цифровые данные о земельных ресурсах и объектах недвижимости включают сведения об их местоположении и пространственные и непространственные атрибуты, аккумулированные в ГИС. Структура цифровых данных пространственных объектов складывается из взаимосвязанных описаний топологии объекта, геометрических характеристик и атрибутивных свойств объектов, их семантического описания и составляет основу информационного обеспечения ГИС.

Функциональные возможности ГИС уже используются для кадастровых измерений, составления кадастровых карт и документации к ним, ведения учета, хранения и предоставления кадастровых данных. Межевой план, технический план, карта-план территории представляются в орган регистрации прав на недвижимое имущество в форме электронных документов. Все электронные документы подписываются усиленной квалифицированной электронной подписью кадастрового инженера и других должностных лиц. При этом юридические и физические лица, формирующие заявления и прилагаемые к нему документы подписываются электронной подписью заявителя [10].

Без использования ГИС невозможна эффективная обработка пространственных данных, получаемых от *глобальных навигационных систем*. Применение отечественных навигационных средств является обязательным для государственных структур и основных отраслей экономики [7]. Базовые гражданские навигационные услуги предоставляются всем потребителям на безвозмездной основе. Данные от систем глобального позиционирования обеспечивают точность пространственных данных учета и контроля сделок с недвижимостью и земельными ресурсами[3].

Широко используемая в мире технология *дистанционного зондирования* поверхности земли также использует возможности ГИС для обработки пространственных данных. Для зондирования используются оптико-электронные системы высокого разрешения, системы лазерного сканирования (лидары), радиолокационные системы, инфракрасные сенсоры и др. При

[3] Приказ Минпромторга России от 28 июля 2015 г. № 2123 «Об утверждении радионавигационного плана Российской Федерации и о признании утратившими силу приказов Минпромторга России от 2 сентября 2008 г. № 118 и от 31 августа 2011 г. № 1177». – Режим доступа: http://www.pravo.gov.ru.

этом использование различных носителей аппаратуры дистанционного зондирования позволяет решать задачи на пространстве от нескольких квадратных метров до охвата целых континентов. Дистанционное зондирование может обеспечить *оперативный* контроль изменений в использовании и учете земельных ресурсов, объектов недвижимости и другой пространственной инфраструктуры (рис. 1).

Существующие системы обработки пространственных данных, реализованные в виде ГИС, построены по технологии реляционных баз данных. Помимо этого ГИС поддерживают технологию распределенных баз данных.

Система распределенных баз данных состоит из набора узлов (*site*), связанных коммуникационной сетью, в которой каждый узел – это полноценная система управления базой данных. Все узлы взаимодействуют между собой таким образом, что пользователь любого из них может получить доступ к любым данным в сети так, как будто они находятся на его собственном узле. Распределенная база данных имеет структуру, отображающую систему информационного взаимодействия объекта (процесса). Локальные данные хранится в соответствии с их структурной принадлежностью, а к удаленным данным доступ осуществляется по мере необходимости [1].

Процесс учета земельных ресурсов и объектов недвижимости представляет собой сложную систему, включающую совокупность разнородных данных, обрабатываемых с использованием информационных систем, где на различных этапах их обработки присутствует *человеческий фактор*, что существенно влияет на точность, законность и необратимость действий при операциях с недвижимостью и земельными ресурсами.

Сложный набор разнообразных источников пространственных данных, участие в процессах различных сторон предъявляют высокие требования к *качеству информации* [3, 5]. Процесс обработки данных в подобных системах включает операции ввода, экспорта, импорта, обмена, предобработки, анализа, вывода, кодирования, шифрования и др. Данные операции в большинстве своем могут быть включены в состав функциональных возможностей ГИС, но не в полном объеме, что требует создание дополнительных элементов системы. При этом качество информации о пространственных объектах определяется, главным образом, их *точностью, надежностью, достоверностью, полнотой* и *непротиворечивостью*. Аналогичные требования предъявляются к сторонам участвующим в контроле, учете и сделках с объектами недвижимости.

Технология блок-чейн способна обеспечить заданное качество обрабатываемой информации, защитить данные от злоупотреблений и облегчает контроль над ними. Данная технология позволяет физическим лицам удалённо получать юридически значимые услуги, юридическим лицам – снизить экономические и правовые издержки, государственным органам – совершенствовать процессы управления и обмена информацией. Применение технологии блок-чейн в системе регистрации и учета объектов недвижимости ведет к снижению затрат на инфраструктуру, при этом повышается *надёжность* и *безопасность* информационных процессов.

Применение технологии блок-чейн делает ненужными множество длительных и дорогостоящих юридических процедур (нотариальных, банковских и др.), а многие участники, имеющие отношение к оформлению сделок с недвижимостью, исключаются за ненадобностью. Использование подобной технологии дает возможность отслеживать движение финансовых средств, историю заключенных контрактов в сфере недвижимости и также заключать сделки по принципу транзакции – таким образом, ни одна из сторон не сможет обмануть другую. Такие решения, исключающие человеческий фактор из системы оборота и контроля недвижимости, сводят к минимуму *коррупционную* составляющую в них[4].

В 2017 г. представители Росреестра, АО «Агентство ипотечного жилищного кредитования» (АИЖК) и Внешэкономбанком запустили в Ленинградской области пробный проект на основе технологии блок-чейн в рамках взаимодействия Фонда и Росреестра. Применение технологии блок-чейн позволяет всем участникам проекта иметь доступ к актуальной информации по процессу регистрации каждого договора долевого участия. Это дало возможность исключить риск несанкционированного изменения данных в информационных системах Росреестра и Фонда. Осуществлена возможность локальной работы с полноценными данными при отсутствии связи между структурами организаций, что позволяет синхронизировать информационные системы. Основными целями использования блок-чейна является повышение *доступности* сведений реестра недвижимости и *гарантий защиты* прав собственности[5].

Реализация проекта с участием Росреестра по технологии блок-чейн позволит начать формирование единого стандарта применения технологии в государственном управлении и при оказании государственных услуг. Преимущества как для населения страны, так и для государства очевидны: оптимальное время оформления документов; исключение необходимости обращаться повторно в органы ведения реестра, поскольку документы не могут быть утеряны или повреждены; возможность быстрой проверки состояния и статуса документов; снижение коррупционной составляющей в учете, контроле и совершении сделок с недвижимостью.

Технические идеи, лежащие в основе технологии, доступны для понимания и реализации. Следствием этого является простота концептуальной и практиче-

[4] Блокчейн – новые возможности для производителей и потребителей электроэнергии? Обзор мировой электроэнергетики, подготовленный PwC [Электронный ресурс]. – – Режим доступа: www.pwc.com/utilities

[5] Официальный интернет-портал Росреестра [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www. https://rosreestr.ru

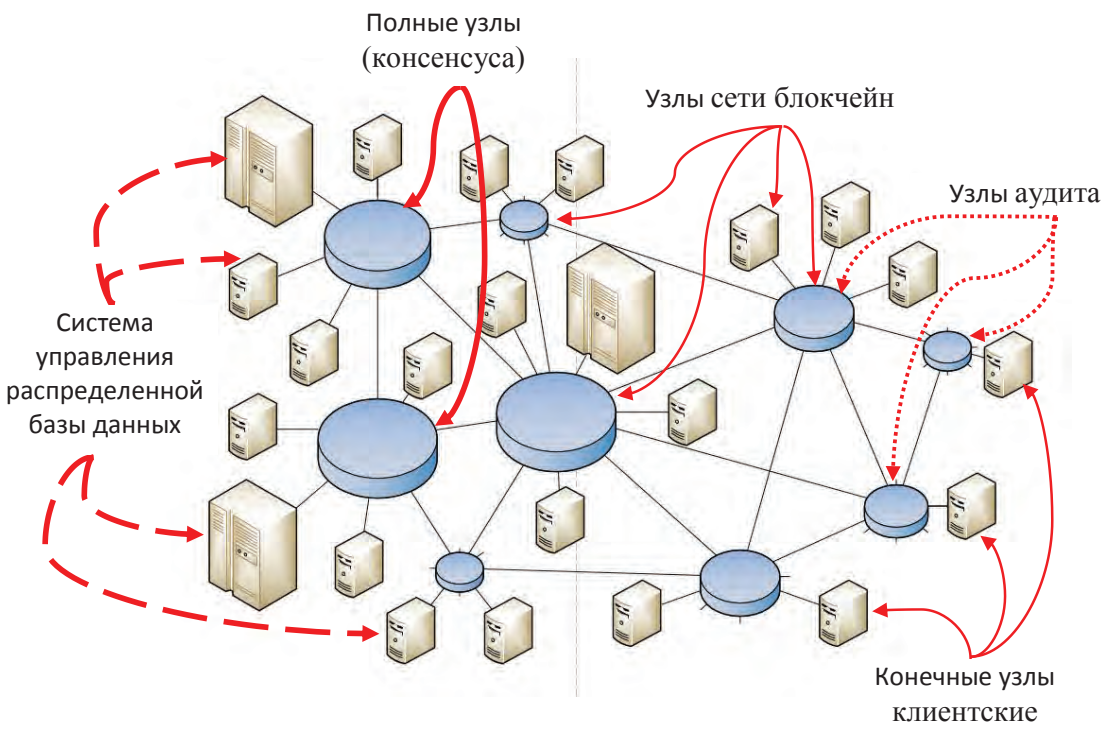

Рис. 2. Узлы сети распределенной базы данных блокчейн

ской проверки правильности работы системы. В свою очередь, это ведет к увеличению доверия к создаваемой системе.

Сервисы услуг блок-чейн сети по обработке данных транзакций позволяют создавать записи о владении объектами недвижимости, вести их учет, передавать права управления. Сервисы могут быть как глобальными, так и локальными, т.е. поддерживаться определенной организацией, имеющей распределённую структуру, или – сосредоточенными на одном вычислительном ресурсе. Обрабатываемые сервисом данные могут быть анонимными или открытыми, в зависимости от решаемых системой задач.

Узлы распределенной базы данных ГИС могут быть конечной точкой сети или точкой распространения данных с другими узлами. Каждый узел в сети считается равным, но не на всех узлах хранятся полные копии базы данных или реестр подтверждения сделок с недвижимостью.

Понятие *транзакции* давно применяется в банковской сфере, биржевой торговле; в блок-чейн технологии под транзакцией понимают минимальную логически осмысленную операцию, которая может быть совершена только полностью. Транзакция или смарт-контракт (умный контракт) в сделке с недвижимостью предусматривает набор процедур определенной последовательности, совершаемых при действиях с недвижимым имуществом всеми участниками [3, 7].

Узел, загружающий полную копию базы данных и проверяющий новые транзакции, поступающие на основе протокола согласованного взаимодействия (консенсуса), определяется как полный узел (*full node*). Владельцы полных узлов предоставляют свои вычислительные ресурсы для хранения и проверки транзакций, у них есть возможность осуществлять транзакционные сборы за это. Все узлы используют один и тот же *протокол консенсуса*, чтобы оставаться совместимыми друг с другом. Более мощные в вычислительном отношении узлы в сети подтверждают и проверяют транзакции, помещая их в блоки. Эти узлы всегда принимают решения о том, является ли транзакция действительной и должна ли она быть добавлена в блок к другими транзакциям, независимо от того, как действуют другие узлы (рис. 2.) [1].

Построенные на основе этой технологии сервисы для ведения реестров, реализованы в виде распределенной базы данных, развернутой в пространстве на системе серверов, принадлежащих государственной структуре, представленной полными узлами (узел консенсуса), узлами аудита и конечными клиентскими узлами. Работа системы предоставления услуг по технологии блок-чейн основана на согласованной работе серверов, которые обмениваются информацией между собой. Каждый сервер имеет копию базы данных, которая используется при обработке транзакций. Изменение локальной копии приводит к изменению баз данных на других серверах. Высокая степень дублирования информации, наличие механизмов автоматической перестроения сети и восстановления её после сбоев в работе обеспечивают высокую степень *надежности* предоставляемых услуг [16].

Интеграция Федеральных государственных информационных систем (ФГИС) с Единой системой идентификации и аутентификации (ЕСИА) позволяет

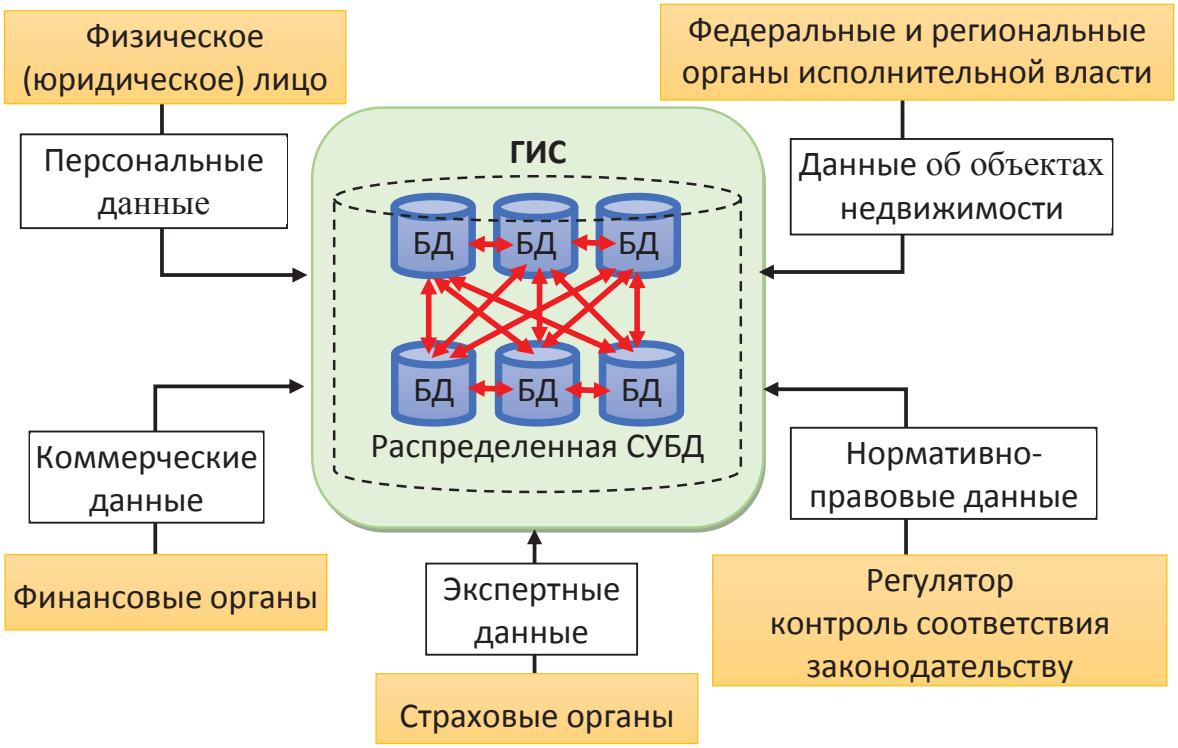

Рис. 3. Концептуально-логическая модель взаимодействия информационных ресурсов

определить информационные ресурсы, которые используются в процессе предоставления государством услуг населению. Перечень базовых государственных информационных ресурсов и систем (федеральных и региональных баз данных), используемых в системе государственного управления органами власти и местного самоуправления при предоставлении государственных или муниципальных услуг определен Постановлением Правительства РФ «О федеральных государственных информационных системах, обеспечивающих предоставление в электронной форме государственных и муниципальных услуг (осуществление функций)». Постановление определяет порядок действий операторов ФГИС, обеспечивающих круглосуточный доступ граждан и организаций к сведениям. При этом необходимо осуществлять проверку этих данных на предмет *полноты* и *достоверности*[6].

Электронное взаимодействие различных информационных ресурсов физически строится на основе технологии распределенных баз данных, узлы которой расположены на 7 центрах обработки данных «Ростелекома» на территории России. К региональным узлам подключены местные информационные системы (статистические, финансовые, кадастровые и др.), порталы государственных услуг, ЕСИА, удостоверяющие центры, система нормативной справочной информации и другие компоненты [8, 9].

Структура блок-чейн сети должна соответствовать административной структуре системы, решающей задачи по контролю и учету объектов недвижимости и земельных ресурсов (рис. 3.). Согласование *принципов взаимодействия* между сторонами, участвующими в процессах с недвижимостью, основано на использовании алгоритмов договора сторон (консенсуса). Консенсус между сторонами, не доверяющими друг другу – это набор определенных математических правил и законов, которые регулируют работу по созданию цепочки блоков. Решение данной задачи в настоящее время основано на сложных вычислениях математической функции и требует больших вычислительных мощностей. Полученные решения могут быть быстро проверены и используются для создания блоков в цепи блокчейн. Самыми используемыми в информационных системах на основе блокчейн технологии являются два алгоритма *Proof-of-Work* («доказательство работы») и *Proof-of-Stake* («доказательство доли владения»). Также существуют и другие, однако они применены в намного меньшем количестве решений на основе блок-чейн. Это связанно, в первую очередь, с их относительно недавним появлением и недостаточно отработанной технологией применения.

Уникальный цифровой идентификатор используемый в распределенных базах данных по технологии блок-чейн и связанную с ним последовательностью записей называют «токеном». Токены создаются и распределяются в сети блокчейн узлами сети с высокой

[6] Постановление Правительства РФ от 24 октября 2011 г. № 861 «О федеральных государственных информационных системах, обеспечивающих предоставление в электронной форме государственных и муниципальных услуг (осуществление функций)» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.pravo.gov.ru.

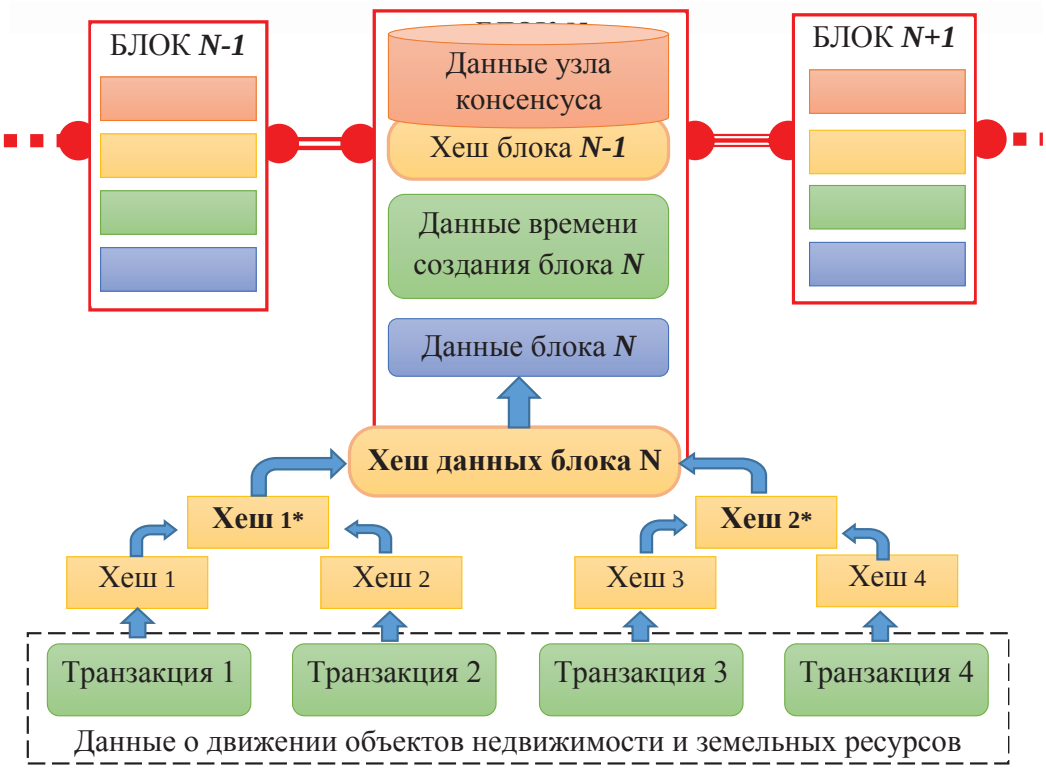

Рис. 4. Структура цепочки блоков в распределенной базе данных ГИС

вычислительной мощностью и имеют определенную ценность. Данные узлы должны принадлежать административным структурам или быть сертифицированы. Передача данных токенов участникам транзакции дает возможность добавления очередного блока, в цепочку записей [1, 8].

При этом новый блок связывается с предыдущим. Используемый метод связывания гарантирует невозможность скрытного изменения как данных в блоке, так и замены самого блока в цепочке. Невозможно так же нарушение истории совершения транзакций от владельца к владельцу или подмены текущего владельца токена без его ведома, а это все участники административной системы контроля и учета объектов недвижимости и земельных ресурсов. Токены и блоки создаваемой цепочки являются доступной информацией, что позволяет любому желающему проверить их *целостность* и *легитимность*.

Высокие показатели защищенности данных в системе достигаются обеспечением *конфиденциальности, сохранности и достоверности* информации [3, 5]. Распределенная база данных и децентрализованная сеть серверов ведут к многократному дублированию информации и высокой степени надежности работы системы.

Метод связывания записей в цепочке не требует использования публичной криптографии. Использование хэш-функций увеличивает степень защиты информации и, как следствие, доверие к технологии. Высокая скорость вычисления хэш-функций наряду с использованными техническими решениями приводит к высокой скорости обработки клиентских запросов.

Хэш-функции – это математические функции, предназначенные для «сжатия» произвольной информации или набора данных, записанного, как правило, в двоичном исчислении, в некоторую битовую комбинацию фиксированной длины, называемую сверткой данных. В криптографии хэш-функции применяются для решения задач: построения систем контроля целостности данных при их передаче или хранении, аутентификации и идентификации источника данных (рис. 4.) [9, 12].

В системах переработки информации хэш-функции имеют разнообразное применение при проверке целостности записей в базах данных, построении алгоритмов быстрого поиска, проведении статистических экспериментов, тестировании логических устройств и др. В современных *системах управления базами данных* при осуществлении поиска нужных данных в большом объеме информации различного содержания сравниваются друг с другом не сами данные, а короткие значения их сверток, одновременно являющиеся контрольными суммами. Основным требованием к хэш-функциям является равномерность распределения их значений при случайном выборе значений аргументов. В данном случае хэш-функция не зависит от секретного ключа и может быть фиксирована и известна всем. Основными требованиями к ней являются гарантии невозможности подмены подписанного документа, а также подбора двух различных сообщений с одинаковым значением хэш-функции (в таких случаях говорят, что пара информационных массивов образует коллизию) [9].

Для того чтобы злоумышленник не смог самостоятельно вычислить контрольное значение хэш-функции и тем самым осуществить успешную имитацию или подмену данных, хэш-функция зависит от секретного, не известного злоумышленнику ключа. Этот ключ известен сторонам-участникам транзакции и генерируется всеми сторонами транзакции по единым правилам блок-чейн сети. При решении задачи *аутентификации* источника данных, не доверяющих друг другу сторон, применяют технологию электронной подписи, позволяющие осуществлять аутентификацию источника данных, при этом сообщение, прежде чем быть подписано личной подписью, основанной на секретном ключе пользователя, «сжимается» с помощью хэш-функции, которая, помимо всего, выполняет функцию кода обнаружения ошибок в информационных массивах.

Стойкость алгоритма шифрования в блок-чейн сети определяется стойкостью его секретного ключа, так как открытый ключ является общедоступной информацией. Считается, что стойкость ключевой криптографической информации определяется *временем,* необходимым для вскрытия всех его символов, соответственно, чем больше время вскрытия секретного ключа, тем больше его стойкость. Если предположить, что решение задачи по вскрытию ключевой криптографической информации осуществляется на вычислительном кластере, который по оценке проекта *TOP* 500 имеет максимальную суммарную вычислительную мощность G = 93014.6 *TFlop/s* (вычислительная мощность суперкомпьютеров рейтинга *TOP* 500) [11], для алгоритма шифрования ГОСТ Р 34.10-2001 L_{GOST} количество операций для определения секретного ключа вычисляется по формуле:

$$L_{GOST}(n) = O\left[\sqrt{\frac{\pi n}{4}}\right],$$

где n – простое число, $n \geq 2^N$.

$$L_{GOST}(n, G) = O\left[\frac{\sqrt{\frac{\pi n}{4}}}{G}\right]$$

Для ключей шифрования ГОСТ Р 34.10-2001 длиной 256 *бит*, вероятности вскрытия ключевой криптографической информации $p = 10^{-9}$ при вычислительных мощностях нарушителя G = 93014.6 *TFlop/s* она не может быть вскрыта в течение интервала *dt* суперкомпьютером, доступным для использования, через *t* лет.

$$p^{-1} = \left[\frac{\sqrt{\frac{\pi n}{4}}}{G * dt}\right]$$

Таким образом, на интервале в течение суток (24 *час.*) не вскрытие ключевой криптографической информации с заданной вероятностью возможно через 10 – 15 лет [11].

При решении задачи аутентификации источника данных, не доверяющих друг другу сторон, применяют технологию электронной подписи, позволяющую осуществлять аутентификацию источника данных, по алгоритмам шифрования ГОСТ с гарантированной безопасностью.

Информация, хранящаяся в базе сети блок-чейн, не является секретной. Необходимости во взломе базы нет, и нарушителю это не даст ничего, чтобы он не мог бы получить, пользуясь стандартными правилами доступа, что значительно уменьшает заинтересованность во взломе сервера. Это свойство может быть использовано для проведения транзакций между сторонами, которые не доверяют полностью друг другу. Сервисы, использующие правила взаимодействия сторон не известных друг другу, необходимы при проведении сделок с недвижимостью, учете автотранспорта или любого другого имущества, кредитования, контрактов, обязательств, обременений и др. [15].

С юридической точки зрения участники информационного взаимодействия с применением технологии блок-чейн должны принимать на себя ряд обязанностей, где должно быть четко указано: кто должен нести ответственность в случае, если подписанные сделки не состоятся по каким-либо причинам; кто должен нести ответственность в случае, если система окажется ненадежной и будет выявлен факт нарушения данных в блок-чейн сети; какова ответственность стороны допустившей нарушения, приведшие к аннулированию транзакции; кто несет материальную ответственность за нарушения на этапах совершения транзакции и обеспечении сервисных услуг; каков порядок разрешения коллизий и споров и др.

Поскольку данные проблемы носят юридический, а не технический характер, то для их разрешения необходимо заключение юридически обоснованного договора. Оформление договора является стандартной процедурой для каждой стороны, участвующей в совершении действий по учету, контролю и сделкам с недвижимостью [13].

Борьба с мошенничеством и коррупцией в сфере учета и контроля сделок с недвижимостью и земельными ресурсами является одной из основных *проблем* электронной регистрации прав с недвижимостью в России. В существующей системе управления земельными ресурсами и объектами недвижимости, построенной на использовании сторонами сделки электронной подписи, достаточно слабая подсистема идентификации и верификации личности. Часто мошенники предоставляют поддельную электронную подпись и таким образом оформляют на себя чужие квартиры. Так, например, в 2016 г. из почти 25 *млн.* зарегистрированных прав 0,001% была признана в суде не в пользу регистраторов Росреестра. То есть суд определил, что регистраторы были неправы при оформлении документов. В предыдущем году таких незаконных действий было в 2 раза боль-

ше при том же общем количестве зарегистрированных прав[7].

При переходе на электронную регистрацию прав, на ведение электронных реестров, на взаимодействие с заявителем преимущественно в электронной форме необходимо говорить о том, что наибольшая уязвимость системы существует в рамках идентификации и аутентификации заявителя. Целесообразно проведение идентификации и аутентификации по нескольким параметрам, когда голос, лицо и отпечаток пальцев одновременно используются для подтверждения личности участников транзакции. На сегодня в законодательных органах находятся на рассмотрении правовые акты, определяющие возможность перехода на идентификацию личности по трем биометрическим параметрам при совершении сделок и подаче пакетов документов на регистрацию прав на недвижимость в электронной форме.

В республике Татарстан была проведена государственная регистрация ипотечной сделки с электронной закладной на блок-чейн платформе «Мастерчейн». Проект был реализован в соответствии с законодательством РФ об ипотеке, которое ввело в гражданский оборот понятие электронной закладной с 1 июля 2018 г. Закладная является именной документарной *ценной бумагой* (бумажный вид документа) или цифровой ценной бумагой (электронный вид документа, подписанный усиленной квалифицированной электронной подписью), которая хранится в базе данных (депозитарии). Закладная содержит все юридически значимые сведения о сделке касательно всех участников и объекта недвижимости. Электронная закладная составляется путем заполнения ее формализованного документа, который утвержден приказом Минэкономразвития России № 231 от 26 апреля 2018 г., этим же приказом определены требования по заполнению документа. Для совершения сделок с электронной закладной участникам сделки необходима электронная подпись[8].

Публичная часть информации о контракте записывается в базу данных на блок-чейн платформе. Использование этой технологии снижает уязвимость информационной системы и позволяет при необходимости вести не только учет и контроль сделок, но и использовать их в юридических спорах.

Важное преимущество хранения данных на блок-чейн платформе: высокая *надежность*, исключающая возможность потери или уничтожения. Принципиальная открытость данных, простота доступа и проверки базы данных на блок-чейн платформе устраняют возможность совершения коррупционных сделок с объектами недвижимости. Сокращаются издержки на ведение реестров, повышается оперативность предоставления данных потребителям.

Таким образом, применение геоинформационных систем и технологии блок-чейн для решения задач учетно-регистрационной деятельности в сфере оборота недвижимости и земельных ресурсов, позволит не только сохранить накопленный потенциал и привести к созданию достоверного Единого государственного реестра недвижимости и гармонизации сферы земельно-имущественных отношений в целях повышения эффективности гражданского оборота земельных участков, защиты прав на недвижимое имущество (путем увеличения гарантий зарегистрированных прав, снижения административных барьеров и расширения налогооблагаемой базы), но и повысить место Российской Федерации в рейтинге, который составляется по Индексу развития информационно-коммуникационных технологий стран (ИКТ – *ICT Development Index, IDI*), одному из ключевых индикаторов развития информационного общества в странах мира.

[7] Официальный интернет-портал Росреестра [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www. https://rosreestr.ru

[8] Там же.

Рецензент: ***Бетанов Владимир Вадимович,*** *доктор технических наук, профессор, член-корреспондент Российской академии ракетных и артиллерийских наук, начальник центра АО «Российские космические системы», Российская Федерация, г. Москва.*
E-mail: vlavab@mail.ru

Литература

1. Дейт К. Дж. Введение в системы баз данных. – М.: Изд. дом «Вильямс», 2005. – 1328 с. ISBN 5-8459-0788-8
2. Королев В. Т., Ловцов Д. А. Качество стандартизованной системы алгоритмов шифрования данных в ГАС РФ «Правосудие» // Правовая информатика. 2018. № 1. С. 49 – 59. DOI: 10.21681/1994-1404-2018-1-49-59
3. Ловцов Д. А. Информационная теория эргасистем. Тезаурус. – М.: Наука, 2005. – 248 с.
4. Ловцов Д. А. Системный анализ. Часть. 1. Теоретические основы. – М.: РГУП, 2018. – 224 с.
5. Ловцов Д. А. Системология правового регулирования информационных отношений в инфосфере: Монография. – М.: РГУП, 2016. – 316 с.
6. Ловцов Д. А., Верхоглядов А. А. Информационная безопасность судебных автоматизированных информационных систем: правовое регулирование и юрисдикция // Российское правосудие. – 2008. – № 8. – С. 55 – 64.

7. Ловцов Д. А., Черных А. М Судебная статистика в информационном государстве: организационно-правовые аспекты развития // Тр. X Междунар. науч.-прак. конф. «Верховенство права и правовое государство: проблемы теории и практики» (13 – 16 апреля 2015 г.) / РГУП. – М.: РГУП. – С. 300 – 305.
8. Ловцов Д. А., Черных А. М. Модернизация системы судебной статистики на основе новой геоинформационной технологии // Правовая информатика. – 2016. – № 1. – С. 7 – 14.
9. Мао В. Современная криптография: Теория и практика. – М.: Изд. дом «Вильямс», 2005. – 768 с. ISBN 5-8459-0847-7
10. Митчелл Э. Руководство по ГИС-анализу. – Ч. 1. Пространственные модели и взаимосвязи. – М.: Стилос, 2000. – 198 с.
11. Тутубалин П. И., Кирпичников А. П. Оценка криптографической стойкости алгоритмов асимметричного шифрования // Вестник технологического университета. – 2017. – Т. 20. – № 10. – С. 52 – 57.
12. Фергюсон Н., Шнайер Б. Практическая криптография – М.: Изд. дом «Вильямс», 2005. – 420 с.
13. Черных А. М. Основные направления интеграции федеральных государственных информационных систем и пространственных данных / Правовая информатика. – 2018. – № 2. – С. 47 – 56. DOI: 10.21681/1994-1404-2018-2-47-56
14. Черных А. М. Геоинформационные технологии и обработка статистических данных // Труды 2-й Всеросс. науч.-прак. конф. «Тенденции и перспективы государственного управления социально-экономическим развитием регионов и территорий» (17 ноября 2017 г.) / РГУП. – М.: РГУП, 2018. – С. 167 – 174. ISBN 978-5-93916-682-9
15. Черных А. М. Геоинформационные технологии и анализ многомерных данных // Труды XVII Междунар. конф. «Информатика: проблемы, методология, технологии» (9 – 10 февраля 2017 г.) /ВГУ. – Воронеж: Изд. дом «Вэлборн», 2017. – С. 514 – 519.
16. Pedro Franco. The Blockchain // Understanding Bitcoin: Cryptography, Engineering and Economics. – John Wiley & Sons, 2014. – 288 p. – ISBN 978-1-119-01916-9.
17. Марков А.С., Цирлов В.Л. Основы криптографии: подготовка к CISSP // Вопросы кибербезопасности. 2015. № 1 (9). С. 65-73.

PROTECTION OF DATA ON REAL ESTATE AND LAND RESOURCES ON THE BASE OF GEOINFORMATION AND BLOCKCHAIN TECHNOLOGIES

Chernykh Andrew, *Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor of the Department of Information Law, Computer Science and Mathematics, Russian state university of justice, Russian Federation, Moscow.*
E-mail: *kafpi@mail.ru*

Keywords: *real estate object, land resources, geographic information systems, blockchain, spatial data, distributed database, database management system, hash functions, asynchronous encryption algorithm.*

Absract.
Determining the direction of interaction of information resources of federal state and geographic information systems on the blockchain platform in the interest of solving the problems of monitoring and accounting for real estate and land resources to ensure openness of user services and security of participants in the transaction process.
Method used: *information and structural analysis of the capabilities of distributed databases of geographic information systems, federal state information systems and blockchain technology in solving the problems of control and accounting when performing legal actions with real estate and land resources.*
Results: *the structure of the information blockchain network is analyzed, the main directions of data exchange between federal state information systems and the distributed database of the geographic information system are examined, a conceptual-logical model of the interaction of the information resources of federal state information systems and geographic information systems based on the blockchain technology is developed, the distributed data structure and the ability to process multidimensional data (numerical, text, graphic, coordinate) with a high degree of security information to the longer time interval reduces corruption component in the system of monitoring and accounting legal actions with real estate and land.*

References

1. Dei`t K. Dzh. Vvedenie v sistemy` baz danny`kh. – M.: Izd. dom «Vi-l`iams», 2005. – 1328 s. ISBN 5-8459-0788-8

2. Korolev V. T., Lovtcov D. A. Kachestvo standartizovannoi` sistemy` algoritmov shifrovaniia danny`kh v GAS RF «Pravosudie» // Pravovaia informatika. – 2018. – № 1. – S. 49 – 59. DOI: 10.21681/1994-1404-2018-1-49-59
3. Lovtcov D. A. Informatcionnaia teoriia e`rgasistem. Tezaurus. – M.: Nauka, 2005. – 248 s.
4. Lovtcov D. A. Sistemny`i` analiz. Chast`. 1. Teoreticheskie osnovy`. – M.: RGUP, 2018. – 224 s.
5. Lovtcov D. A. Sistemologiia pravovogo regulirovaniia informa-tcionny`kh otnoshenii` v infosfere: Monografiia. – M.: RGUP, 2016. – 316 s.
6. Lovtcov D. A., Verhogliadov A. A. Informatcionnaia bezopasnost` sudebny`kh avtomatizirovanny`kh informatcionny`kh sistem: pravovoe regulirovanie i iurisdiktciia // Rossii`skoe pravosudie. – 2008. – № 8. – S. 55 – 64.
7. Lovtcov D. A., Cherny`kh A. M Sudebnaia statistika v informatcionnom gosudarstve: organizatcionno-pravovy`e aspekty` razvitiia // Tr. X Mezhdunar. nauch.-prak. konf. «Verhovenstvo prava i pravovoe gosudar-stvo: problemy` teorii i praktiki» (13 – 16 aprelia 2015 g.) / RGUP. – M.: RGUP. – S. 300 – 305.
8. Lovtcov D. A., Cherny`kh A. M. Modernizatciia sistemy` sudebnoi` sta-tistiki na osnove novoi` geoinformatcionnoi` tekhnologii // Pravovaia in-formatika. – 2016. – № 1. – S. 7 – 14.
9. Mao V. Sovremennaia kriptografiia: Teoriia i praktika. – M.: Izd. dom «Vil`iams», 2005. – 768 s. ISBN 5-8459-0847-7
10. Mitchell E`. Rukovodstvo po GIS-analizu. – Ch. 1. Prostranstven-ny`e modeli i vzaimosviazi. – M.: Stilos, 2000. – 198 s.
11. Tutubalin P. I., Kirpichnikov A. P. Ocenka kriptograficheskoi` stoi`kosti algoritmov asimmetrichnogo shifrovaniia. // Vestneyk tekhnologicheskogo universiteta. – 2017. – T. 20. – № 10. – S. 52 – 57.
12. Fergiuson N., Shnai`er B. Prakticheskaia kriptografiia – M.: Izd. dom «Vil`iams», 2005. – 420 s.
13. Cherny`kh A. M. Osnovny`e napravleniia integratcii federal`ny`kh gosudarstvenny`kh informatcionny`kh sistem i prostranstvenny`kh danny`kh / Pravovaia informatika. – 2018. – № 2. – S. 47 – 56. DOI: 10.21681/1994-1404-2018-2-47-56
14. Cherny`kh A. M. Geoinformatcionny`e tekhnologii i obrabotka statisticheskikh danny`kh // Trudy` 2-i` Vseross. nauch.-prak. konf. «Tendentcii i perspektivy` gosudarstvennogo upravleniia sotcial`no-e`konomicheskim razvitiem regionov i territorii`» (17 noiabria 2017 g.) / RGUP. – M.: RGUP, 2018. – S. 167 – 174. ISBN 978-5-93916-682-9
15. Cherny`kh A. M. Geoinformatcionny`e tekhnologii i analiz mnogo-merny`kh danny`kh // Trudy` XVII Mezhdunar. konf. «Informatika: proble-my`, metodologiia, tekhnologii» (9 – 10 fevralia 2017 g.) /VGU. – Voronezh: Izd. dom «Ve`lborn», 2017. – S. 514 – 519.
16. Pedro Franco. The Blockchain // Understanding Bitcoin: Cryptography, Engineering and Economics. – John Wiley & Sons, 2014. – 288 p. – ISBN 978-1-119-01916-9.
17. Markov A.S., Tcirlov V.L. Osnovy` kriptografii: podgotovka k CISSP // Voprosy` kiberbezopasnosti. 2015. № 1 (9). S. 65-73.