



Топ-10 блокчейн-технологий: разработки и приложения

Технологический ландшафт национальной экономики стремительно меняют технологии распределенного реестра. Институт статистических исследований и экономики знаний (ИСИЭЗ) НИУ ВШЭ с помощью системы анализа больших данных iFORA определил наиболее перспективные направления их развития и применения в различных отраслях.

Справочно: Система интеллектуального анализа больших данных iFORA разработана ИСИЭЗ НИУ ВШЭ с применением передовых технологий искусственного интеллекта и включает более 750 млн документов (научные публикации, патенты, нормативная правовая база, рыночная аналитика, отраслевые медиа, материалы международных организаций, вакансии и другие виды источников). В 2020 г. iFORA отмечена в журнале *Nature* в качестве эффективного инструмента поддержки принятия решений в интересах бизнеса и органов власти. ОЭСР относит систему к успешным инициативам в области цифровизации науки. Для данного исследования были проанализированы более 13,5 тыс. источников, отражающих актуальную повестку науки и бизнеса.

Решения на основе технологий распределенного реестра (TRP), среди которых более всего известен блокчейн¹, используются для хранения информации, организации эффективного и быстрого электронного документооборота, существенно повышая скорость обмена данными, в частности транзакций, безопасность и уровень доверия к информационным системам и бизнес-процессам. Они все еще являются преимущественно нишевыми и **востребованы** в первую очередь в финансовом секторе (74%), энергетике (12%), сфере здравоохранения (4%), логистике (2%). Но спектр отраслей, где такие решения начинают применяться, все время расширяется. К массовому внедрению рассматриваемые технологии могут подойти уже к 2030 г., а спрос на них, по оценкам ИСИЭЗ НИУ ВШЭ, в России вырастет в 60 раз, достигнув 1 трлн руб. Ожидаемые эффекты предопределяют самые востребованные направления исследований и разработок в области TRP (табл. 1).

Таблица 1. Исследования: топ-10 технологий блокчейна и TRP

Ранг	Технологии	Эффекты	Индекс значимости	Уровень динамичности	Сроки массового внедрения
1	Невзаимозаменяемые токены (NFT)		1.00		1-2 года
2	Криптоактивы		0.89		2-3 года
3	Децентрализованные приложения		0.42		3-5 лет
4	Смарт-контракты		0.28		2-3 года
5	Распределенные хэш-таблицы		0.20		3-5 лет
6	Цифровые токены		0.17		3-5 лет
7	Токенизированные активы		0.15		2-3 года
8	Умная собственность		0.12		3-5 лет
9	Децентрализованная автономная организация (DAO)		0.11		3-5 лет
10	Блокчейн-платформы с открытым кодом		0.03		3-5 лет

Легенда: Уникальность Эффективность и прозрачность Безопасность **Уровни** Стабильные Растущие Быстрорастущие

Расчитано на основе высокоцитируемых зарубежных публикаций, представленных на платформе Microsoft Academic Graph (более 6 тыс. источников).

Индекс значимости технологии показывает ее относительную встречаемость в массиве источников за 2020–2023 гг., где 1 соответствует максимальному числу упоминаний. При расчете учитываются частота встречаемости термина, его специфичность и векторная центральность. Частота встречаемости сама по себе недостаточна для отражения реальной актуальности термина, важно, чтобы он обозначал конкретное научно-технологическое направление и не был слишком общим (эту задачу решает показатель специфичности), а векторная центральность отражает степень его связи с другими направлениями научного поиска. **Индекс динамичности** показывает темп изменения значимости технологии в проанализированном массиве источников за 2020–2023 гг. При этом высокий спрос и интерес к технологии не связаны с уровнем ее готовности к массовому распространению. **Сроки массового внедрения** определяются с учетом интегральных показателей значимости и динамичности, а также экспертных оценок.

¹ Блокчейн изначально появился как реализация платежной системы «Биткоин», далее стал активно использоваться в других криптовалютах в качестве реестра транзакций.

Наиболее зрелые технологические направления блокчейна сформированы в сфере финансовых операций: криптоактивы и цифровые токены, включая невзаимозаменяемые токены NFT (от *англ.* аббревиатуры Non-Fungible Token).

Преобразованные в NFT (№1) подписи, счета, страховые полисы, юридические и другие документы, а также видео- и аудиофайлы, невозможно подделать. Спектр приложений технологии, позволяющей удостоверять уникальное право собственности на те или иные активы, уже простирается от обеспечения безопасных цепочек поставок до создания произведений искусства. В перспективе года-двух NFT будут широко востребованы не только на фондовых рынках и в сфере страхования, но и в других отраслях, в частности научных исследованиях и креативных индустриях (музыка, дизайн, видеогейминг). Арт-объекты в формате NFT (от небольших рисунков до предметов интерьера и мебели) могут размещаться не только в виртуальной среде, но в отдельных случаях превращаться в свои физические аналоги. В компьютерных играх благодаря NFT станет возможным синтезировать уникальные объекты игрового пространства и обмениваться ими с другими игроками (направление GameFI).

Криптоактивы (№ 2), в т.ч. электронные деньги, цифровые валюты, криптовалюты и токенизированные активы, как ожидается, будут постепенно вытеснять традиционные формы финансовых средств и ценных бумаг. Все более активную роль в этом процессе играют регуляторы. Центральные банки создают проекты по выпуску национальных цифровых валют (в Китае – цифровой юань, Индии – цифровая рупия, Швеции – электронная крона и др.). Первым в мире государством, официально принявшим в качестве законного платежного средства «Биткойн», стал Сальвадор (июнь 2021 г.).

В России еще в 2020 г. была представлена концепция цифрового рубля: каждый цифровой рубль имеет уникальный идентификационный токен для доступа, тогда как денежные средства хранятся в цифровом кошельке в Банке России. К марту 2023 г. завершился первый этап испытаний цифрового рубля и подготовлена нормативно-правовая база для введения третьей формы денег в России. С апреля 2023 г. началось [пилотирование](#) цифрового рубля на реальных операциях.

Один из видов криптоактивов – токенизированные активы (№ 7), закрепляющие в цифровом виде права на ценные бумаги и акции. Несмотря на рост популярности в последние два-три года, массовое внедрение данной технологии вызывает множество дискуссий и упирается в ряд ограничений. Одним из ключевых, например, является необходимость существенных инвестиций в инфраструктуру для масштабирования цифровых активов.

Смарт-контракты (№ 4) и цифровые токены (№ 6) избавляют от необходимости иметь печатную форму договора или документа на собственность и тем самым значительно сокращают бумажный документооборот. Эта же связка технологий используется для распределения ресурсов в децентрализованных автономных организациях (DAO) (№ 9), где координация реализуется без централизованного руководства. Большинство DAO построены на блокчейне Ethereum. Такой подход существенно упрощает бюрократические процедуры, ускоряя административные процессы и ограничивая возможности для злоупотреблений. Подобные эксперименты реализуют в первую очередь digital natives – компании, «рожденные» в цифровом пространстве (онлайн-магазины и биржи, финтех-компании, медиаплатформы и др.), однако уже на горизонте трех-пяти лет число DAO может заметно вырасти, как и внедряющих данную технологию отраслей. Снизить вероятность мошеннических действий позволяет и «умная собственность» (№ 8) – автоматизация договоров и документов о владении объекта с использованием блокчейна.

Высокий интерес к исследованиям TPP вывел данную группу технологий за пределы финансового сектора. Среди наиболее востребованных на рынке отраслевых приложений блокчейна (табл. 2) оказались электронные платформы, имеющие весьма широкий спектр применения: от логистики, операций с недвижимостью до систем электронного голосования и борьбы с отмытием денег.

Уже в ближайшие годы блокчейн-приложения станут использоваться в сфере транспорта и логистики, в первую очередь в системах мониторинга цепочек поставок (№ 1), благодаря возможности обеспечивать прозрачность и безопасность транзакций между контрагентами за счет единства достоверной информации и неизменяемых записей данных. Смарт-контракты, в свою очередь, позволят в режиме реального времени реагировать на непредвиденные ситуации. Барьер для широкого распространения подобных разработок – высокие риски ошибок и вероятность злонамеренных манипуляций при вводе данных.

TPP распространятся и в сфере услуг (финансах, торговле, др.). На рынке недвижимости (№ 4) позволят поддерживать прозрачность любых сделок без привлечения юристов, риелторов и нотариусов. Однако говорить о массовом внедрении блокчейн-технологии в данную отрасль пока преждевременно: вопросы стандартизации процессов и законодательного регулирования ограничивают рынок недвижимости традиционными процедурами совершения сделок.

Таблица 2. Рынок: топ-10 отраслевых приложений блокчейна и ТРР

Ранг	Приложения	Области применения	Индекс значимости	Уровень динамичности	Сроки массового внедрения
1	Системы мониторинга цепочек поставок и логистики		1.00		1-2 года
2	NFT-приложения		0.83		1-2 года
3	IoT-приложения с децентрализацией управления данными		0.75		1-2 года
4	Цифровые платформы для сделок с недвижимостью		0.62		3-5 лет
5	Системы электронного голосования		0.61		1-2 года
6	Системы борьбы с отмыванием денег		0.53		2-3 года
7	Криптовалютные биржи		0.52		2-3 года
8	Платформы для совершения трансграничных платежей		0.51		2-3 года
9	Личные идентификаторы на блокчейне (DIDs)		0.31		3-5 лет
10	Системы отслеживания авторских гонораров		0.27		3-5 лет

Легенда: Транспорт и логистика Финансы Торговля Креативные индустрии
 Операции с недвижимостью Информационные технологии Телекоммуникации и связь

Уровни динамичности:

Стабильные Растущие Быстрорастущие

Рассчитано на основе массива профессиональных СМИ за 2020–2023 гг. (более 7.5 тыс. источников).

Системы электронного голосования (№ 5) все чаще используют государства для проведения дистанционных выборов (Австралия, Бельгия, Франция, Эстония и др.). В России систему блокчейн-голосования впервые использовали на выборах в 2019 г., а в марте 2022 г. был принят закон, унифицирующий правила и процедуры проведения дистанционного электронного голосования: теперь граждане могут голосовать через интернет или специальное мобильное приложение.

Процессы цифровой трансформации в ближайшие годы коснутся и сферы платежей: на смену традиционной банковской корреспондентской сети придут новые технологические решения. Платформы для совершения трансграничных платежей (№ 8) – ключевой инструмент для работы с криптоактивами. Они позволяют создавать, отправлять и получать цифровые валюты и другие токенизированные активы с высокой скоростью и низкой стоимостью. Швейцарский банк международных расчетов (BIS) уже начал тестирование блокчейн-платформы для совершения мультивалютных платежей, которая вдвое снизит стоимость операций.

Смарт-контракты обеспечивают максимально прозрачную связь между творческой деятельностью и монетизацией ее результатов. Системы управления цифровыми контрактами и авторскими правами, которые позволяют ограничивать несанкционированный доступ и распространение цифрового контента, бороться с пиратством и управлять выплатами роялти, замыкают топ-10 приложений блокчейна. Как ожидается, через три-пять лет они займут важное место в креативных индустриях, в частности в СМИ и индустрии развлечений.



Источники: расчеты на основе системы интеллектуального анализа больших данных iFORA (правообладатель – ИСИЭЗ НИУ ВШЭ); [Индикаторы цифровой экономики: 2021 : статистический сборник](#) / Г. И. Абдрахманова, К. О. Вишневский, Л. М. Гохберг и др.; Нац. исслед. ун-т «Высшая школа экономики». – М.: НИУ ВШЭ; результаты проекта «Исследование ключевых («сквозных») цифровых технологий и перспектив их развития с целью преодоления технологических разрывов, в том числе в условиях санкций, и обеспечения цифрового суверенитета» тематического плана научно-исследовательских работ, предусмотренных Государственным заданием НИУ ВШЭ.

■ Материал подготовили **А. Г. Малашина, М. М. Комаров, С. Г. Приворотская, К. О. Вишневский**

Данный материал НИУ ВШЭ может быть воспроизведен (скопирован) или распространен в полном объеме только при получении предварительного согласия со стороны НИУ ВШЭ (обращаться issek@hse.ru). Допускается использование частей (фрагментов) материала при указании источника и активной ссылки на интернет-сайт ИСИЭЗ НИУ ВШЭ (issek.hse.ru), а также на авторов материала. Использование материала за пределами допустимых способов и/или указанных условий приведет к нарушению авторских прав.