

**Европейская экономическая комиссия****Исполнительный комитет****Центр по упрощению процедур торговли
и электронным деловым операциям****Двадцать восьмая сессия**

Женева, 10–11 (первая половина дня) октября 2022 года

Пункт 5 d) предварительной повестки дня

Рекомендации и стандарты:**материалы для имплементационной поддержки****Доклад по направлению управления электронными
данными (eDATA), посвященный Интернету вещей
в деле упрощения процедур торговли: Руководство
по технологии, средствам связи и подключению
Интернета вещей****Представлено Бюро***Резюме*

Интернет вещей (ИВ) и предоставляемые им данные становятся неотъемлемой частью управления предприятиями и цепочками поставок, превращаясь таким образом в важный инструмент торговли. Чтобы помочь участникам торговли лучше понять, как работают системы ИВ и как их можно использовать для упрощения процедур торговли и управления государственной инфраструктурой, СЕФАКТ ООН подготовил документ «IoT in Trade Facilitation: Guide to IoT Technology, Communications and Connectivity» («Использование интернета вещей для упрощения процедур торговли. Руководство по технологиям Интернета вещей, средствам связи и возможностям подключения»), в котором представлен обзор использования технологий ИВ для решения задач, связанных с торговлей. Цель — предоставить объяснения, доступные для управленческих работников, ответственных за внедрение информационных технологий.

Бюро представляет документ ECE/TRADE/C/CEFACT/2022/12 двадцать восьмой сессии для принятия решения.



I. Введение

1. Интернет вещей (ИВ) перестал быть термином, используемым только техническими специалистами. ИВ становится неотъемлемой частью управления предприятиями и цепочками поставок, предоставляя данные, которые обеспечивают управление материально-техническими запасами, обслуживание оборудования, эксплуатацию зданий, урегулирование страховых претензий и отслеживание широкого спектра активов. Поэтому он также стал важным инструментом торговли.

2. Интернет вещей позволяет людям и предприятиям действовать умнее и рациональнее. Растущее использование и востребованность экосистем ИВ нашло отражение в динамике ежегодных мировых расходов на ИВ, которые достигли более 742 млрд долл. в 2020 году и, как ожидается, превысят 1 трлн долл. к 2023 году¹. Львиная доля этих расходов приходится на предприятия, стремящиеся повысить эффективность своей операционной деятельности и найти новые возможности получения дохода.

3. Упрощение процедур торговли — это «упрощение, стандартизация и согласование процедур и связанных с ними информационных потоков, требуемых для перевозки товаров в направлении от продавца к покупателю и для производства платежей»². Экосистемы ИВ могут способствовать развитию торговли, предоставляя данные, которые могут быть использованы для упрощения процедур. Например, данные о статусе и местоположении могут помочь сократить число инспекций и проверок, осуществляемых вручную; они также могут использоваться для подтверждения сертификатов происхождения (а в некоторых случаях даже заменить их). Полученные с помощью ИВ данные о местонахождении и условиях транспортировки товаров могут быть использованы для упрощения процесса урегулирования страховых претензий, начиная от случаев несвоевременной доставки и заканчивая повреждением товаров (из-за нарушения температурного режима, влажности, избыточного движения и т. д.). Данные ИВ также могут использоваться для обеспечения сверки в процессе учета товаров (например, сверка между заказами на покупку и поставками), в том числе в отношении аккредитивных платежей.

4. Чтобы помочь участникам торговой деятельности лучше разобраться в том, как работают системы ИВ и как их можно использовать для упрощения процедур торговли и управления государственной инфраструктурой, Центр Организации Объединенных Наций по упрощению процедур торговли и электронным деловым операциям (СЕФАКТ ООН) разработал следующие документы:

- «IoT in Trade Facilitation: IoT in Supply Chains and Government Services» («Использование ИВ для упрощения процедур торговли: ИВ в цепочках поставок и в сфере государственных услуг»), где рассматриваются конкретные способы использования ИВ для содействия торговле. В этой публикации также рассматриваются некоторые правовые проблемы, возникающие при внедрении систем ИВ в торговом секторе³;
- «IoT in Trade Facilitation: Guide to IoT Technology, Communications and Connectivity» («Использование ИВ для упрощения процедур торговли. Руководство по технологиям ИВ, средствам связи и возможностям подключения»), где представлен обзор технологий, используемых в ИВ для решения задач, связанных с торговлей. Цель этой публикации — предоставить объяснения, понятные для специалистов-менеджеров, которые знакомы с

¹ Statista, “Prognosis of worldwide spending on the Internet of Things (IoT) from 2018 to 2023”, 28 June 2022. URL: <https://www.statista.com/statistics/668996/worldwide-expenditures-for-the-internet-of-things/> (дата обращения: 26 января 2021 года).

² Практическое руководство по упрощению процедур торговли, URL: <https://tfig.unece.org/RUS/details.html>.

³ UN/CEFACT, “Report of the eDATA Management Domain on the Internet of Things in Trade Facilitation: The Internet of Things in Supply Chains and Government Services” (ECE/TRADE/C/CEFACT/2022/11), 2022.

информационными технологиями, но могут иметь небольшой опыт работы с ИВ или не иметь его вовсе (данная публикация);

- «White Paper on IoT Standards in Trade Facilitation» («Белая книга по использованию стандартов ИВ для упрощения процедур торговли»)⁴, где рассматривается необходимость разработки новых стандартов для содействия использованию ИВ в сфере торговли; и
- «Trade Facilitation White Paper on Smart Containers» («Белая книга по содействию торговле в связи с «умными» контейнерами»⁵), в которой подробно рассматривается внедрение ИВ в транспортном секторе.

5. Упрощение процедур торговли требует обмена данными между различными сторонами, при этом полезность данных ИВ для содействия резко снижается при использовании разных определений и форматов, поскольку это приводит к необходимости преобразования данных в единый формат — сложный и дорогостоящий процесс. Таким образом, чтобы реализовать потенциал ИВ для упрощения процедур торговли, необходимо обеспечить стандартизацию данных ИВ. СЕФАКТ ООН может предложить решение этой проблемы с помощью своей Библиотеки ключевых компонентов (БКК), где представлены определения данных и перечни кодов. При этом по-прежнему актуальной задачей является информирование разработчиков систем ИВ о существовании БКК и предоставление им доступной информации по ее использованию, а также обеспечение наличия необходимых данных в БКК. Проект СЕФАКТ ООН по использованию смарт-контейнеров позволил добиться значительных сдвигов в обеспечении доступности необходимых элементов данных. Однако необходимо продолжать работу над тем, чтобы данные ИВ, используемые в других областях, таких как управление запасами, бухгалтерский учет и финансы, были учтены в полном объеме.

6. Более подробное освещение стандартов и потенциальной потребности в новых стандартах по использованию ИВ для упрощения процедур торговли можно найти в Докладе СЕФАКТ ООН «Report of the eDATA Management Domain on the Internet of Things in Trade Facilitation: the Internet of Things in Supply Chains and Government Services» (Доклад по направлению управления электронными данными (eDATA) «Использование интернета вещей для упрощения процедур торговли: Интернет вещей в цепочках поставок и в сфере государственных услуг»).

II. Обзор технологий ИВ

7. Что такое Интернет вещей? Система ИВ — это сеть сетей, где, как правило, огромное количество объектов, вещей, датчиков и других устройств подключены через информационно-коммуникационную инфраструктуру для предоставления дополнительных услуг посредством интеллектуальной обработки данных и управления ими в рамках различных приложений (например, умные города, умное здравоохранение, умная сеть, умный дом, умный транспорт и умные покупки).

8. Для того чтобы стать частью Интернета вещей (ИВ), вышеупомянутые «объекты» или «вещи» (далее — «устройства») должны иметь уникальные идентификаторы (UID) и способность передавать данные по сети без непосредственного взаимодействия человека с человеком или человека с компьютером⁶.

⁴ UN/CEFACT, "White Paper on Internet of Things Standards in Trade Facilitation" (ECE/TRADE/C/CEFACT/2022/9), 2022.

⁵ СЕФАКТ ООН, «Белая книга по содействию торговле в связи с «умными» контейнерами применению данных, получаемых от смарт-контейнеров в режиме реального времени, для повышения эффективности цепочек поставок» (ECE/TRADE/446), 2020. URL: https://unece.org/DAM/trade/Publications/ECE_TRADE_446R_SmartContainers.pdf.

⁶ Alexander S. Gillis, "What is the internet of things (IoT)?" TechTarget, March 2022. URL: <https://internetofthingsagenda.techtarget.com/definition/Internet-of-Things-IoT> (дата обращения: 17 июля 2022 года).

9. ИВ-устройства могут:
- включать в себя один или несколько датчиков (температуры, влажности, движения и т. д.);
 - передавать данные о местоположении устройства (посредством вычислений или GPS);
 - как передавать информацию, так и получать инструкции (например, посылать сигналы в рефрижераторный контейнер для регулирования температуры);
 - включать в себя некоторые интеллектуальные функции обработки данных (например, анализ данных датчика и отправка предупреждений, когда они выходят за пределы ожидаемого диапазона значений);
 - собирать данные с других ИВ-устройств для передачи или первоначального анализа данных (если они анализируют данные, их называют граничными устройствами);
 - быть встроены в живой организм, например в животное (например, для мониторинга здоровья животных во время транспортировки).
10. Ниже перечислены типы данных, собираемых устройствами ИВ:
- *данные о состоянии*: это самый базовый тип данных ИВ, который в основном используется в качестве исходного материала для более сложных анализов, но может представлять значительную ценность и сам по себе. Распространенным примером в сфере торговли являются датчики в грузовых контейнерах, которые показывают температуру или влажность внутри них;
 - *данные о местоположении*: это данные, определяющие местоположение или положение соответствующего объекта. В международной торговле широко применяются устройства ИВ для отслеживания грузовиков, контейнеров и товаров;
 - *данные автоматизации*: это данные датчиков, которые обеспечивают управление процессами и выполняют такие функции, как мониторинг и регулирование систем отопления, освещения, условий на складе и т. д.;
 - *действенные данные*: это данные ИВ, которые, будучи проанализированными, приводят к действиям по оптимизации решений, таких как определение свободных мест для парковки или хранения; сокращение избыточного потребления энергии (например, использование данных датчиков о глубине воды, течениях и ветре, чтобы судно могло изменить свою скорость в целях экономии топлива); повышение эффективности профилактического обслуживания оборудования (например, грузовиков или погрузчиков), а также производительности и мониторинга морских систем на протяжении всего срока службы судна;
 - *данные обратной связи*: ИВ также может использоваться для создания систем обратной связи для оценки и корректировки изменений в процессах обработки и транспортировки товаров.
11. Данные, собранные или созданные экосистемой ИВ, могут быть переданы непосредственно в какое-либо приложение (в облако, блокчейн или на частный сервер), либо они могут быть проанализированы в полном объеме или частично непосредственно на месте, до их передачи. В тех случаях, когда экосистемы ИВ генерируют большие объемы данных ИВ, использующие эти данные приложения нередко располагаются в облаке и/или используют системы искусственного интеллекта для анализа данных.
12. ИВ-приложения зачастую внедряют устройства в сети (экосистемы). Например, «умное» судно имеет экосистему ИВ, информирующую его операторов об условиях окружающей среды (ветер, течения и т. д.), а также о грузе, оборудовании и эксплуатационных данных, что снижает (или даже вовсе устраняет) необходимость в человеческом экипаже. Еще один пример — здание «умного» склада с экосистемой

ИВ, которая отслеживает ряд условий в здании и управляет оборудованием для поддержания определенного диапазона температуры и влажности, чтобы минимизировать затраты и предупредить руководство о любых возникающих проблемах.

III. Устройства и технологии ИВ

13. Для обеспечения эффективности устройств ИВ к ним предъявляется широкий спектр требований, некоторые из которых относятся к самим устройствам, а другие — к экосистемам ИВ, в которых они работают. К устройствам ИВ предъявляются следующие основные требования: они должны:

- включать в себя датчики и/или передатчики и/или приемники;
- быть компактными, недорогими, не потреблять энергию или потреблять мало энергии (с длительным сроком службы батареи);
- иметь уникальную идентичность и идентифицируемое местоположение;
- передавать данные либо на короткие расстояния другим устройствам ИВ, либо на средние и дальние расстояния;
- общаться и обмениваться данными с другими системами (что требует функциональной совместимости);
- поддерживаться как на аппаратном, так и на программном уровне;
- быть безопасными и защищенными от несанкционированного доступа и фальсификации данных;
- функционировать в полном соответствии с законом.

14. Каждую неделю, если не каждый день, возникают новые технологии, которые могут повлиять на эти различные требования к ИВ. В данном разделе мы постараемся более подробно рассмотреть вышеперечисленные требования и связанные с ними технологии, за исключением юридических вопросов, которые рассматриваются в Докладе СЕФАКТ ООН по направлению управления электронными данными (eDATA) «Использование интернета вещей для упрощения процедур торговли: Интернет вещей в цепочках поставок и в сфере государственных услуг».

A. Типы устройств ИВ

15. Существует множество различных типов ИВ-устройств, однако здесь мы рассмотрим следующие общие категории: устройства с датчиками, устройства без датчиков, граничные устройства и шлюзы ИВ.

1. ИВ-устройства с одним или несколькими датчиками или исполнительными механизмами

16. Сенсорные технологии в сочетании с устройствами ИВ обеспечивают средства для создания информации, отражающей характеристики физического мира. Датчики ИВ собирают информацию, которая обрабатывается на одном или нескольких уровнях экосистемы ИВ. Например, собирающее ИВ-устройство может решить, находится ли показание температуры в пределах допустимого диапазона или оно может передать данные о температуре на ближайшее граничное ИВ-устройство для принятия такого решения. Затем только те показания температуры, которые находятся за пределами допустимого диапазона, передаются на следующий вычислительный уровень для дополнительного анализа и обработки.

17. Рост числа и видов датчиков, которые могут быть включены в небольшие устройства ИВ, стал возможен благодаря развитию нанотехнологий, и в особенности микроэлектромеханических систем (МЭМС). Это миниатюрные механизмы с электронными и механическими компонентами, такими как пружины, каналы,

полости, отверстия и мембраны. Их размер варьируется от нескольких миллиметров до менее одного микрометра (т. е. намного тоньше человеческого волоса).

18. В контексте ИВ наиболее интересными МЭМС являются датчики (для определения состояния) или исполнительные механизмы (для управления процессами). Микросенсоры помогают решать целый ряд задач, включая измерение температуры, давления, влажности, движения, химических веществ/газов, магнитных полей, излучения и т. д. Существующие типы микроисполнительных механизмов включают микроклапаны и насосы для управления потоками газа и жидкости; оптические переключатели и зеркала для перенаправления или модуляции световых лучей, микрозаслонки для модуляции воздушных потоков на аэродинамических катушках и многие другие механизмы.

19. Прогресс в области МЭМС зависит от развития технологий микрофабрикации (в том числе для их встраивания в интегральные схемы), а также от продуманного дизайна. МЭМС также называют микромашинами, микромеханическими устройствами или микросистемной технологией (МСТ)⁷.

2. ИВ-устройства без датчиков

20. Некоторые устройства ИВ не содержат датчиков, а только принимают и/или передают информацию. Примером принимающего типа устройства является исполнительный механизм, который получает команды с расстояния, чтобы отпереть или запереть дверь, запустить машину и т. д. Второй тип ИВ-устройств может работать как в пассивном, так и в активном режиме, и включает в себя радиочастотные идентификаторы (RFID) и метки связи ближнего поля, которые позволяют другим ИВ-устройствам считывать нужную информацию.

3. Граничные устройства

21. Граничные ИВ-устройства собирают данные с других ИВ-устройств и обеспечивают ряд преимуществ (описанных ниже), включая снижение общих затрат на ИВ-систему. В частности, речь идет о следующих преимуществах:

- **снижение затрат, связанных с устройством:** это достигается путем вынесения более дорогостоящих аналитических вычислительных задач за рамки отдельных ИВ-устройств, а также за счет того, что подключенные устройства могут передавать данные только на короткие расстояния;
- **снижение затрат на передачу данных:** это достигается путем анализа данных ИВ и передачи только тех данных, которые соответствуют определенным критериям;
- **более низкая задержка:** поскольку вычисления выполняются ближе к источнику данных, время передачи данных сокращается. Это особенно востребовано в производственных процессах и медицинских приложениях, где важна обратная связь в реальном времени и быстрое реагирование;
- **конфиденциальность данных:** граничные вычисления предоставляют больше возможностей для обработки данных. Например, они способны решить некоторые проблемы защиты персональных данных, обрабатывая их локально и передавая только предварительные обезличенные результаты для дальнейшей обработки или хранения;
- **более высокий уровень безопасности:** централизованные архитектуры уязвимы к распределенным атакам типа «отказ в обслуживании» (DDoS).

⁷ См. определение TechTarget по ссылке:

<https://internetofthingsagenda.techtarget.com/definition/micro-electromechanical-systems-MEMS>.

Для получения дополнительной информации о МЭМС посетите веб-сайт MEMS and Nanotechnology Exchange: <https://www.mems-exchange.org/MEMS/what-is.html> (дата обращения: 18 июля 2022 года).

Децентрализованная архитектура граничных вычислений не позволяет одному сбою вывести из строя всю систему;

- **масштабируемость:** архитектура граничных вычислений может обеспечить более гибкое расширение вычислительных ресурсов по мере добавления новых устройств в систему ИВ за счет снижения нагрузки на центральную систему в части вычислений, передачи и хранения данных. Например, граничное устройство может анализировать результаты от многих датчиков на посекундной основе и передавать только средние значения за определенные периоды времени и/или показания, которые выходят за пределы установленного «нормального» диапазона;
- **снижение затрат на техническое обслуживание и уменьшение воздействия на окружающую среду:** благодаря установке простых датчиков ИВ на местах и передаче вычислительных функций граничным устройствам развернутое на местах оборудование ИВ требует меньше вычислительной мощности, что увеличивает срок службы батареи. Это позволяет реже проводить техническое обслуживание, при этом благодаря увеличению срока службы батарей уменьшается количество отходов.

4. Шлюзы ИВ

22. Граничное устройство ИВ, предназначенное для передачи данных, называется шлюзовым устройством ИВ. Такие устройства используются для снижения стоимости связи благодаря приему данных на больших расстояниях и последующего распределения их на менее дорогостоящие ИВ-устройства, которые потребляют меньше энергии и позволяют передавать данные на меньшие расстояния (например, через Bluetooth), а также для сбора данных с этих ИВ-устройств и последующей передачи их на более дальние расстояния.

В. Требования ИВ по энергопотреблению

23. Одной из ключевых эксплуатационных проблем при внедрении сети ИВ является энергопотребление. Многие компоненты ИВ (особенно при использовании в транспорте) должны быть относительно простыми и способными работать в течение длительных периодов без обслуживания и в удаленных точках. Это подчеркивает необходимость низкого энергопотребления, длительного времени автономной работы и стратегий поддержания целостности сигнала (связи).

24. Эти требования обуславливают ряд конструкторских решений, которые зависят от конкретного ИВ-приложения и канала связи, используемого для передачи данных. Например, лучшим способом экономии энергии для ИВ-устройства с беспроводным радиоприемником является обеспечение полного питания радиоприемника только во время его использования. Аналогичным образом, в случае сотовых каналов важно выбрать эффективный и безопасный протокол связи, который требует минимальных накладных расходов. В большинстве случаев применяются передатчики с низким энергопотреблением, которые позволяют устройствам находиться в спящем режиме и переключаться в активный режим только при наступлении определенного события, либо они могут быть специально запрограммированы на «пробуждение» и проведение измерений.

25. Несмотря на наличие технологий, обеспечивающих низкое энергопотребление, при осуществлении крупных проектов с использованием ИВ, включающих тысячи устройств, могут возникать серьезные проблемы технического обслуживания, связанные с энергопотреблением, такие как необходимость выявления и замены устройств, которые вышли из строя или у которых сели батареи⁸, а также вероятность того, что многие из этих активно используемых устройств придется заменять в течение короткого периода времени по мере окончания срока их службы; например, если

⁸ Большинство ИВ-устройств являются водонепроницаемыми, а это означает необходимость замены этих устройств, когда их батареи сядут, поскольку заменить батареи невозможно.

10 000 устройств с 3-летним сроком службы батарей используются в течение 2 лет, то на 4-й и 5-й год потребуется заменить 5000 устройств.

С. Расположение устройств и целевых объектов

26. Потребности того или иного устройства в идентификации местоположения определяются приложением ИВ или экосистемой ИВ. Если устройство ИВ относительно неподвижно (например, датчик в светофоре или стационарная радиометка на складе), то необходимость в передаче данных о его местоположении может возникнуть только при установке или перемещении объекта (или его местоположение может быть зарегистрировано установщиком, что устраняет необходимость в передаче данных). С другой стороны, если ИВ-устройство прикреплено к отслеживаемому объекту, такому как груз или транспортный контейнер, ему может потребоваться передавать данные о своем местоположении несколько раз в день или чаще. Большинство устройств ИВ имеют низкое энергопотребление, поэтому чем больше энергии требуется для определения и передачи местоположения, тем дороже устройство ИВ и тем чаще оно будет нуждаться в обслуживании.

27. Если требуется установить только приблизительное местоположение ИВ-устройства (например, определить, прошел ли товар через погрузочную платформу или подтвердить, что он находится в определенном здании или месте), то наличие шлюзового устройства ИВ для обнаружения присутствия более простых и пассивных ИВ-устройств (например, RFID-меток) может обеспечить достаточную информацию о местоположении.

28. Более точная информация о местоположении определяется с помощью передатчиков и приемников радиосигналов. Чем меньше радиус действия передатчиков и приемников радиосигналов, тем меньше мощности им требуется. Это делает GPS одним из самых дорогостоящих решений. Одним из способов минимизации затрат на GPS-оборудование является использование устройств с низким энергопотреблением в сочетании с более мощным вычислительным устройством. Далее граничное устройство 1) собирает данные идентификаторов от менее мощных устройств, находящихся в радиусе действия низкоэнергетического сигнала (и, при необходимости, вычисляет их точное положение), 2) получает сигнал GPS и использует его для вычисления положения других низкоэнергетических устройств и 3) передает данные о вычисленном положении низкоэнергетических устройств вместе с их идентификаторами (возможно, через спутник). Подобные граничные устройства могут быть установлены на транспортных средствах, таких как грузовики или суда, для сбора данных о местоположении груза и/или контейнеров, которые они перевозят.

29. Основными методами определения местоположения с помощью радиосигналов являются GPS и зарегистрированные сигнальные устройства. GPS — это система, в которой приемник радиосигналов прослушивает радиосигналы, передаваемые различными спутниками, которые затем использует для расчета своего местоположения.

30. Зарегистрированные сигнальные устройства используются для определения (через онлайн-базу данных⁹) или расчета (на основе метода, называемого триангуляцией или трилатерацией¹⁰) местоположения приемника радиосигналов в устройстве ИВ. Конкретные шаги, которые необходимо предпринять, зависят от того, откуда поступает зарегистрированный сигнал: от точки доступа Wi-Fi, точки доступа Bluetooth или базовой станции сотовой связи.

⁹ См.: <https://cellidfinder.com/articles/how-to-find-cellid-location-with-mcc-mnc-lac-i-cellid-cid>.

¹⁰ Подробнее о методах трилатерации см.: Ana Roxin, Jaafar Gaber, Maxime Wack, Ahmed Nait Sidi Moh. Survey of Wireless Geolocation Techniques. 50th IEEE Globecom07, Nov 2007, Washington DC, United States. fhal-00701118f — <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00701118/document>.

31. После определения местоположения устройства ИВ ему может потребоваться передать данные о положении других «целевых» объектов (например, поддонов на складе). Если ИВ-устройство прикреплено к целевому объекту, например контейнеру, это относительно просто, но прикрепление ИВ-устройства к каждому целевому объекту может быть дорогостоящим по отношению к стоимости объекта, а в некоторых случаях является физически невозможным.

32. В таких случаях есть два основных способа связать целевые объекты с ИВ-устройством:

- приемник радиосигнала в устройстве ИВ считывает индивидуальную идентификационную информацию, прикрепленную к целевым объектам, такую как радиочастотные идентификаторы (RFID)¹¹ или метки ближней полевой связи (NFC)¹²; и
- индивидуальные идентификационные признаки объекта выявляются путем анализа изображения (что подразумевает применение более дорогостоящих вычислительных технологий либо на устройстве ИВ, либо на подключенном граничном устройстве).

IV. Связь и возможности подключения

33. Для сетей ИВ очень важно обеспечить передачу данных между уровнями ИВ, которые получают физическую информацию (такую как данные о местоположении, температуре, химическом составе и т. д.), и киберуровнями, которые агрегируют физическую информацию и выполняют различные вычисления и аналитические процессы. В то же время процесс передачи данных увеличивает затраты, связанные как с устройством ИВ, так и с самой передачей данных. Кроме того, на эффективность, результативность и безопасность передачи данных может повлиять выбор технологии, о чем речь пойдет ниже.

A. Связь

1. Связь — беспроводные технологии

34. Большинство методов связи, используемых между устройствами в системе ИВ, основаны на беспроводной связи. Два наиболее часто используемых типа беспроводных методов связи:

- **диапазон 2.4 ГГц:** предназначен для передачи данных на короткие и средние расстояния, и поэтому его легко использовать для смартфонов и шлюзовых устройств ИВ. В качестве примеров можно привести технологии Wi-Fi, Bluetooth, Zigbee и т. д. Это самый удобный способ связи, поскольку лицензия обычно не требуется, что упрощает глобальное развертывание;
- **диапазон 920 МГц:** позволяет передавать данные на средние и дальние расстояния. В качестве примера можно упомянуть сети EnOcean, Z-Wave, Wi-SUN и Low-Power Wide Area (LPWA¹³) (например, LoRaWAN, Sigfox, NB-IoT) и т. д. Лицензия на радиостанцию во многих странах не требуется, однако доступные полосы варьируются, что затрудняет глобальное внедрение¹⁴.

¹¹ Более подробно о технологии RFID см.: <https://electronics.howstuffworks.com/gadgets/high-tech-gadgets/rfid.htm> (дата обращения: 18 июля 2022 года).

¹² Метки NFC могут быть считаны только с расстояния 4 см (около 1,5 дюймов) или меньше, но они обладают высокой степенью защиты. Более подробно см.: <https://nfc-forum.org/what-is-nfc/about-the-technology/> (дата обращения: 18 июля 2022 года).

¹³ Более подробно об LPWA см.: <https://www.paessler.com/it-explained/lpwa> (дата обращения: 12 августа 2022 года).

¹⁴ О типах частот см.: http://www.ginsei-jp.com/920MHz_vs_24.html. Более подробно о LoRaWAN см.: <https://www.emnify.com/iot-glossary/lorawan> (дата обращения: 12 августа 2022 года).

2. Связь — форматы и стандарты (т. е. протоколы)

35. Из беспроводных методов связи, используемых в системах ИВ, единственным методом, включенным в пакет интернет-протоколов¹⁵, является Wi-Fi. По этой причине шлюзы ИВ, которые собирают информацию с близлежащих устройств ИВ, зачастую должны преобразовывать полученные данные в формат, соответствующий набору протоколов Интернета, чтобы их можно было передавать через Интернет.

36. Основными интернет-протоколами, используемыми в ИВ, являются HTTP и MQTT, за которыми следует UDP:

- **HTTP:** первоначально протокол связи, используемый для отправки и получения контента, например, HTML. Он очень прост и универсален, поэтому часто используется в ИВ. Однако он требует, чтобы к запросам и ответам прилагался заголовок сообщения, поэтому его обычно избегают при больших объемах данных и необходимости предотвращения роста стоимости передачи данных;
- **MQTT:** протокол доставки данных, который обеспечивает облегченный формат сообщений, а также включает спецификацию QoS, которая может предусматривать гарантию уровня доставки;
- **UDP:** самый легкий по весу протокол, однако он не гарантирует надежность, порядок и целостность данных, поэтому используется только для передачи данных (т. е. не для передачи инструкций и кода), и только в тех случаях, когда не требуется подтверждение доставки.

37. Помимо обеспечения совместимости передачи данных с интернет-протоколами, шлюзы ИВ могут также обеспечивать шифрование для защиты данных внутри сетей и в процессе передачи данных. В этом контексте шлюзы можно рассматривать как дополнительный слой между облаком и устройствами ИВ, который может блокировать атаки и попытки незаконного доступа к сети.

В. Возможности подключения

1. Возможности подключения — сетевые технологии

38. Виртуальная сеть состоит из аппаратного и программного обеспечения, которые не связаны физически, но взаимодействуют между собой в соответствии с набором определенных стандартов и правил — как правило, через Интернет. К числу характеристик, которые важно учитывать при разработке виртуальной сети (экосистемы) ИВ, относятся передача сигналов, система обнаружения, диапазон частот, канал связи и безопасность.

39. По мере увеличения потребности в сокращении задержки (периодом времени между передачей и приемом данных) и повышении безопасности, стандарты виртуальных сетей начинают играть огромную роль в системах ИВ.

40. Например, **программно-определяемые глобальные сети (SD-WAN)**¹⁶ часто используются в телекоммуникационном секторе для обеспечения более широкого диапазона частот с более высокой пропускной способностью и возможностью предоставления услуг по более низкой стоимости. Кроме того, начинают появляться еще более быстрые технологии виртуальных сетей, например использующие ячеистые сети. **Ячеистые сети**¹⁷ позволяют любому отдельному узлу напрямую общаться с помощью одноранговой (P2P) зашифрованной связи с каждым другим узлом или

¹⁵ Набор протоколов Интернета, широко известный как TCP/IP, представляет собой набор коммуникационных протоколов, используемых для Интернета и подобных компьютерных сетей.

¹⁶ Более подробно о сетях SD-WAN см.: <https://www.networkworld.com/article/3031279/sd-wan-what-it-is-and-why-you-ll-use-it-one-day.html> (дата обращения: 18 июля 2022 года).

¹⁷ Более подробно о ячеистых сетях см.: <https://computer.howstuffworks.com/how-wireless-mesh-networks-work.htm> (дата обращения: 18 июля 2022 года).

отдельными узлами в том же сегменте сети быстрым и надежным способом, напоминающим LAN (локальную вычислительную сеть), но практически на любом расстоянии.

41. Другой важной сетевой технологией, часто используемой в ИВ, являются **сети широкого радиуса действия с низким уровнем энергопотребления**¹⁸ (LPWAN). Многие приложения ИВ должны передавать данные на большие расстояния и в течение длительного времени, иногда годами. В качестве примеров можно привести сельскохозяйственные датчики, складские датчики и городские датчики для сбора мусора, освещения, парковки и т. д. Минусом является то, что передача данных по сетям LPWAN может не произойти из-за помех, поэтому их не следует использовать в «критически важных» сферах, например в здравоохранении или промышленном производстве. Но если данные от датчика полива или мусорного бака немного запаздывают, это не приносит особого вреда.

42. Учитывая важность обеспечения возможностей подключения и разработки стандартов для содействия использованию ИВ в сфере торговли, Ассоциация цифровых контейнерных перевозок (DCSA) опубликовала рекомендуемые стандарты подключения шлюзов ИВ¹⁹, которые полностью совместимы с соответствующими стандартами функциональной совместимости СЕФАКТ ООН.

43. Каждый вариант подключения ИВ имеет свои преимущества и недостатки, связанные с передачей данных (например, объем данных и частота), задержкой, энергопотреблением, стоимостью и безопасностью. Быстрая передача данных в больших объемах обычно требует большего энергопотребления. При низком энергопотреблении недостатком обычно является меньшая дальность действия и более узкий диапазон частот.

44. Выбор оптимального варианта зависит от области применения: собирает ли организация показания счетчиков по всему городу или крупному объекту, например порту? Возможно, им стоит рассмотреть стандарт LoRa²⁰, который является хорошим решением для отправки небольших объемов данных через регулярные промежутки времени. В промышленных условиях, когда необходимо подключать миллионы небольших датчиков, работающих в режиме реального времени, или требуется сверхнадежная связь с низкой задержкой, лучше всего использовать 5G. Для сельскохозяйственных предприятий, которые желают воспользоваться преимуществами ИВ, сотовая связь не подходит, поэтому оптимальным выбором может стать сеть WAN широкого пространства.

2. Возможности подключения — потоки данных

45. Основой любой экосистемы ИВ является управление потоками данных. Другими словами, маршрутизация и взаимодействие между «пакетами данных», поступающими на ИВ-устройства, включая граничные устройства и шлюзы, облако, другие базы данных/блокчейн и операционные и/или аналитические программные приложения (включая системы искусственного интеллекта). При создании такой структуры необходимо учитывать следующие моменты:

- **Функциональная совместимость:** В контексте ИВ это означает способность систем или компонентов систем взаимодействовать друг с другом независимо от их производителя или технических характеристик. Зачем нужна функциональная совместимость? Представьте себе экосистему ИВ в офисном здании, где система, регулирующая работу кондиционера, говорит на другом языке, чем система, управляющая жалюзи на окнах (так, как запрограммировано их производителями). В этом случае обе системы не смогут общаться друг с другом или действовать согласованно, и в итоге собственнику

¹⁸ Более подробно о сетях LPWAN см.: <https://www.iotforall.com/what-is-lpwan-lorawan>.

¹⁹ Веб-сайт DCSA: <https://dcsa.org/standards/iot-connectivity>.

²⁰ LoRa (сокращение от long range) — это метод модуляции с использованием спектра, основанный на технологии chirp spread spectrum (CSS). Более подробно см.: <https://www.semtech.com/lora/what-is-lora>.

придется платить за электричество больше, чем нужно. Учитывая, что технологические экосистемы все еще находятся на этапе становления, а рынок устройств ИВ фрагментирован, обеспечение функциональной совместимости является ключевым вопросом.

- Примером стандарта, решающего проблемы совместимости, является стандарт IEEE P2413-2019²¹, который описывает архитектуру для Интернета вещей. Это описание ориентировано на проблемы, которые являются общими для заинтересованных сторон систем ИВ в различных областях (транспорт, здравоохранение, интеллектуальные сети и т. д.), такие как требования безопасности для коммуникаций ИВ.
- Другой пример — стандарт Библиотеки ключевых компонентов Организации Объединенных Наций²², который обеспечивает **семантическую совместимость** благодаря стандартизированным определениям данных. Этот уровень функциональной совместимости гарантирует, что данные из разных систем используют одинаковые определения — например, для температуры или времени или для более абстрактных понятий, таких как «вне диапазона значений».
- Функциональная совместимость на уровне **форматов данных** часто требует преобразования между стандартами и форматами связи, используемыми в локальной сети ИВ, и теми, которые используются в Интернете. В большинстве случаев этот процесс выполняется на шлюзовых устройствах, но также может потребоваться включение в интерфейсы прикладного программирования (API), которые используются для передачи инструкций и данных между программами.
- Необходимо рассмотреть возможность **агрегирования данных** с определенными характеристиками из различных мест для выявления тенденций. Агрегирование данных может происходить как на локальном шлюзовом устройстве, так и в облачном центре обработки данных.
- **Перемещение данных в различные места хранения данных и на различные носители** может потребоваться по разным причинам и требует тщательного планирования для обеспечения отслеживания версий данных, а также в тех случаях, когда данные должны быть идентичными в двух разных местах или можно легко определить, что это не так и почему.
- **Возможные изменения в потоках данных:** Экосистемы ИВ должны быть гибко спроектированы, чтобы потоки данных могли быть изменены в любой момент для использования преимуществ новых технологий, новых приложений и изменений, связанных с поставщиками услуг.
- **Генерация обучающих данных для искусственного интеллекта (ИИ):** ИВ может постоянно генерировать данные, которые могут использоваться системами ИИ для обучения и разработки моделей логического вывода. Эти процессы ИИ могут происходить непрерывно или циклами с заданной периодичностью (например, раз в день, неделю и т. д.). Как правило, это делается на уровне облака, так как граничные устройства обычно не обладают необходимой вычислительной мощностью. Более подробно об этом см. в разделе об искусственном интеллекте ниже.
- **Передача данных в блокчейн** (распределенные реестры): Эта технология используется при автоматическом выполнении смарт-контрактов (о них будет рассказано ниже в разделе о технологии блокчейн).

²¹ Стандарт архитектуры для Интернета вещей IEEE P2413-2019 доступен для покупки или подписки на сайте: <https://standards.ieee.org/content/ieee-standards/en/standard/2413-2019.html>.

²² См. СЕФАКТ ООН, Краткое пояснение для руководителей. Ключевые компоненты ООН, 2017, URL: https://unece.org/fileadmin/DAM/cefact/GuidanceMaterials/ExecutiveGuides/CCL-CCTS-ExecGuide_Rus.pdf.

V. Управление и безопасность ИВ

46. Безопасность в экосистемах ИВ должна защищать данные от внешних атак, которые могут скомпрометировать или вывести из строя экосистему, а также обеспечивать конфиденциальность и целостность данных. Среди наиболее значимых рисков для экосистем ИВ можно назвать следующие:

- атаки типа «человек посередине» (man-in-the-middle), когда хакеры перехватывают и крадут или изменяют данные в процессе их передачи по открытым сетям;
- атаки ботнетов, когда хакеры берут под контроль ряд устройств, используя уязвимости в системе безопасности этих устройств, чтобы использовать их вычислительные ресурсы;
- программы-вымогатели (ransomware) или другие вредоносные программы, которые, будучи установленными на устройствах ИВ, могут поставить под угрозу всю экосистему ИВ.

47. Для борьбы с этими угрозами система кибербезопасности должна обеспечивать четко определенный процесс именования и регистрации устройств, надежную систему аутентификации устройств, протоколы для безопасного взаимодействия устройств в сети, а также платформу для управления устройствами на протяжении всего их жизненного цикла, включая возможность отключения или изоляции устройства в случае его неисправности. Одним из безопасных подходов является философия проектирования с нулевым доверием, которая позволяет компонентам в архитектуре ИВ взаимодействовать только в том случае, если им было предоставлено специальное право на это, тем самым резко ограничивая способность компонентов влиять на другие сервисы, если они окажутся скомпрометированными.

48. Управление устройствами является ключевой задачей как с точки зрения безопасности, так и с точки зрения эксплуатации. В отличие от обычных ИТ-систем, системы ИВ имеют множество устройств, которые могут быть разбросаны по различным местам, при этом устройства могут находиться в среде, которая делает их уязвимыми — физически и/или с точки зрения их сетевых соединений. Помимо этого, системы ИВ должны легко перенастраиваться в связи с изменением технологий и приложений. В связи с этим целесообразно всегда иметь информацию о текущем состоянии каждого устройства ИВ и содержащегося в нем программного обеспечения, а также иметь безопасные механизмы для отправки удаленных инструкций, в том числе по изменению параметров и обновлению их программного обеспечения.

A. Операции и обновление устройств

49. Для обеспечения простоты обновления и реконфигурации систем ИВ необходим безопасный механизм обновления программного обеспечения в устройствах ИВ. Чтобы снизить затраты на обновления, программное обеспечение ИВ должно быть написано в виде модулей, параметры и настройки которых можно обновлять удаленно. Возможность изменять только определенные параметры или отдельные модули сводит к минимуму необходимость обновлений и позволяет проводить их более дифференцированно, сокращая тем самым телекоммуникационные и другие расходы. Удаленное обновление устройств называется «прошивкой по воздуху» (OTA)²³.

50. Рассмотрим два важных технологических решения для управления и обновления устройств:

- **брокер сообщений**²⁴ (как в протоколе MQTT, описанном выше) действует как доверенная третья сторона для повышения безопасности, поскольку брокер

²³ Более подробно см.: <https://predictabledesigns.com/how-to-update-embedded-firmware-over-the-air-ota>.

²⁴ Более подробно о брокерах сообщений см.: <https://www.ibm.com/cloud/learn/message-brokers#>.

получает сообщения только от авторизованных «издателей». Затем ИВ-устройства «подписываются» на брокера и периодически запрашивают информацию, на получение которой они «подписались» (т. е. распределение работает по принципу получения данных из удаленного репозитория, а не передачи их ему). Что касается обновления программного обеспечения, то брокер сообщений может отправить адрес для обновления программного обеспечения (вместо отправки всего обновления), к которому ИВ-устройство может получить доступ, чтобы загрузить его. Брокеры сообщений упрощают управление, в частности, благодаря использованию асинхронных коммуникаций, так что если ИВ-устройство временно не работает или занято, оно все равно получит сообщение или обновление, когда вернется в сеть или сможет обновить информацию, при этом брокер сообщений отслеживает, какие абоненты получили сообщение, а какие нет. При этом также нет необходимости вести централизованный список всех устройств, подлежащих обновлению, так как они регистрируются в брокере сообщений в качестве подписчиков во время установки;

- при разработке программного обеспечения и обновлений для ИВ может быть предусмотрен принцип **идемпотентности**²⁵. Это означает, что при повторном выполнении действия результат всегда будет таким же, как и в первый раз. Например, если одно и то же обновление программного обеспечения или изменение параметров случайно выполняется дважды (или даже 100 раз) на одном и том же ИВ-устройстве, результат всегда будет одинаковым.

51. Многие элементы в архитектурах ИВ используют компоненты программного обеспечения с открытым исходным кодом, что позволяет быстро устранять уязвимости в системе безопасности. В то же время устройства подвержены уязвимостям в период между обнаружением уязвимости и ее устранением. В связи с этим особое значение приобретают системы и скорость обновления устройств ИВ.

52. При разработке систем управления экосистемами ИВ также важно помнить о следующих моментах:

- в основу разработок и обновлений должны быть положены **модели действий по ликвидации последствий инцидентов** для экосистем ИВ, основанные на опыте. На сегодняшний день еще не существует стандартов устранения последствий инцидентов для экосистем ИВ, однако можно быть уверенным, что инциденты будут возникать, поскольку реальные операции никогда не проходят идеально. Не существует ни стандартов для ликвидации последствий инцидентов, связанных с ИВ, при совместном использовании с технологией блокчейн, ни руководства по применению существующих моделей ликвидации последствий инцидентов к этим технологиям. Имеются только общие стандарты для обмена информацией, такие как ИСО/МЭК 27010, 20614, 20247 и 19592²⁶;
- при планировании деятельности по сбору, хранению, анализу, удалению и обмену данными следует учитывать правовые аспекты.

Мониторинг состояния устройств

53. Помимо механизма обновления программного обеспечения (прошивки) ИВ-устройства, необходим также механизм, позволяющий правильно определить состояние этого устройства. Это означает, как минимум, журнал, показывающий текущую конфигурацию программного обеспечения, а также прошлые конфигурации

²⁵ Более подробно об идемпотентности см.: <https://medium.com/@ahmadfarag/idempotency-764f7bb6e4e2>.

²⁶ ИСО/МЭК 27010 — «Управление информационной безопасностью для межсекторных и межорганизационных коммуникаций»; ИСО 20614 — «Протокол обмена данными для межоперационной совместимости и сохранения»; ИСО 20247 — «Международный идентификатор библиотечных единиц хранения»; ИСО 19592 — «Методы безопасности. Совместное использование секретов».

программного обеспечения, журнал операций программного обеспечения и состояние связи устройства.

В. Безопасность устройств и аудит

54. Поскольку данные ИВ могут быть использованы для принятия решений (например, предоставить возмещение по страховому случаю или нет) и для разработки моделей логического вывода ИИ или смарт-контрактов блокчейна, необходимо обеспечить достоверность данных и их соответствие реальности.

55. Для обеспечения такой гарантии предусмотрены следующие технические решения:

Сетевая безопасность

56. При связи между устройством и системой или между устройствами меры по защите от сетевых уязвимостей обычно обеспечиваются путем установки брандмауэра по всей сети ИВ (т. е. дополнительная защита данных, проходящих через брандмауэр) и шифрования связи.

Идентификация устройств

57. Получатель данных от ИВ-устройства должен убедиться, что отправитель является правильным партнером. Обычно это делается с помощью криптографии с открытым и закрытым ключом для передачи идентификационных данных устройств. Для обеспечения еще большей безопасности в будущем использование механизмов блокчейна для выдачи сертификатов с открытым ключом может стать обычным явлением.

Аудит программного обеспечения

58. Хотя самозванство можно предотвратить с помощью идентификации устройств, все же существует возможность несанкционированной передачи данных из-за вмешательства в программное обеспечение устройства. Это можно предотвратить с помощью постоянного аудита и фиксации данных о состоянии программного обеспечения в устройстве. Например, программное обеспечение устройства можно периодически хешировать²⁷ и записывать в блокчейн или другую защищенную базу данных, где его нельзя будет изменить (программное обеспечение — это просто набор цифр, поэтому его можно хешировать так, как будто это одно очень большое число). Затем при любом изменении хеша его можно сравнить с журналом устройства, чтобы проверить, соответствует ли новый хеш ожидаемому результату обновления. Для обеспечения дополнительной безопасности аудит программного обеспечения может проводиться в доверенных средах выполнения, которые используют как аппаратное, так и программное обеспечение для изоляции программы от внешнего вмешательства²⁸.

VI. Дополнительные технологии

A. Искусственный интеллект

59. Искусственный интеллект (ИИ) становится неотъемлемой частью многих систем ИВ, поскольку владельцы данных и систем стремятся использовать и осмыслить большие объемы данных, генерируемых ИВ. Кроме того, ИИ в сочетании с данными ИВ может обеспечить ряд преимуществ для упрощения процедур торговли, особенно в области анализа рисков. Например, это позволит грузоотправителям и

²⁷ Определение и описание хэшей см.: <https://techterms.com/definition/hash>.

²⁸ Более подробно о доверенных средах выполнения см.: <https://blog.quarkslab.com/introduction-to-trusted-execution-environment-arms-trustzone.html>.

страховым компаниям определять, какие грузы подвержены наибольшему риску повреждения или фальсификации. Он также может способствовать проведению сравнительного анализа судоходных маршрутов и методов, которые ранее были экономически нецелесообразны.

60. Искусственный интеллект предусматривает «глубокое обучение» на очень больших объемах данных (так называемые большие данные), по результатам которого формируются «правила» для оценки новых данных. Эти правила называются «моделью логического вывода», при этом модель может обновляться по мере того, как в процессе глубокого обучения получают и анализируются дополнительные данные.

61. Глубокое обучение требует значительных затрат на вычисления, значительной вычислительной мощности и ресурсов. Применение модели логического вывода требует гораздо меньше ресурсов.

62. В результате в более продвинутых системах ИВ, использующих ИИ, можно наблюдать децентрализацию рабочих нагрузок. Другими словами, глубокое обучение происходит в облаке или на другой централизованной платформе, а затем полученные модели выводов ИИ развертываются на устройствах ИВ с граничными вычислениями для «принятия решений» (например, для выявления дефектных продуктов). Эти граничные устройства и их модели ИИ могут также выполнять предварительную оценку новых данных перед их отправкой для дальнейшего использования в процессе «глубокого обучения», тем самым снижая нагрузку на облачную систему ИИ²⁹.

63. Если данные, собранные ИВ, подпадают под действие правил конфиденциальности, одним из способов обеспечения конфиденциальности является использование федеративного обучения в системах ИИ, которое предусматривает различные методы сохранения конфиденциальности данных путем локальной обработки и/или шифрования³⁰.

1. Некоторые шаги по подготовке и сохранению данных для использования в ИИ

64. Большинство данных, получаемых с помощью ИВ для мониторинга, эксплуатации или других целей, можно считать большими данными временных рядов³¹. Таким образом, эти данные потенциально могут быть использованы для ИИ и машинного обучения, даже если это не было первоначальной целью их сбора. По мере снижения стоимости технологий ИИ компании будут расширять их использование, что приведет к повышению ценности существующих, более старых наборов данных. В результате, даже если компания не использует ИИ для анализа своих ИВ-данных сегодня, она может рассмотреть возможность хранения своих ИВ-данных в «удобных для ИИ» форматах для возможного использования в будущем. В этой связи необходимо учитывать два момента:

65. Первый момент — как постоянно собирать данные в таком состоянии, которое позволит обрабатывать их в будущем. Ниже приведены два возможных технологических решения для хранения больших объемов данных на будущее:

²⁹ Статью об обучении в сравнении с выводами см.: <https://blogs.gartner.com/paul-debeasi/2019/02/14/training-versus-inference/>.

³⁰ Подробнее о федеративном обучении см.: <https://towardsdatascience.com/how-federated-learning-is-going-to-revolutionize-ai-6e0ab580420f>; и о выводах см.: <https://www.steatite-embedded.co.uk/what-is-ai-inference-at-the-edge/>; в целом об ИИ см.: <https://simpliv.wordpress.com/2018/08/14/what-is-ai/>.

³¹ Данные временных рядов собираются в течение определенного времени, при этом каждый фрагмент данных имеет свою временную метку, что означает, что события, последовательности событий, регулярные или нерегулярные интервалы между этими событиями во времени могут быть представлены и проанализированы. Как и в долгосрочных исследованиях, ценность данных возрастает в зависимости от продолжительности времени, в течение которого они были собраны. Более подробно см.: <https://www.influxdata.com/what-is-time-series-data/>.

- **озера данных**³²: хранилище данных, в котором накапливаются необработанные данные, полученные с помощью ИВ;
- **витрины данных**³³: хранилище данных, в котором хранятся данные, извлеченные и обработанные из озера данных для определенной цели или предметной области.

66. Второй момент — подготовка данных ИИ к обработке. Для этого обычно используются две технологии — **MapReduce** и **поточковая обработка**:

- **MapReduce**³⁴ — это модель программирования больших данных с открытым исходным кодом, которая поддерживает параллельные вычисления, т. е. вычисления по одной и той же «проблеме», проводимые одновременно на кластере компьютеров для ускорения обработки и анализа. MapReduce обычно используется для создания структурированных данных, необходимых для ИИ, и сохранения результатов в витрине данных для использования в качестве обучающих данных ИИ;
- **поточковые данные**³⁵ — это непрерывно генерируемые данные с временными метками. Процесс генерирования потоковых данных называется **обработкой потока**, и он может осуществляться с помощью заключений ИИ (для отбора данных, представляющих интерес), или просто отображать предупреждение, если определенное значение превышает установленный порог.

В. Технология блокчейн

67. Технология блокчейн позволяет отдельным сторонам повысить степень доверия к транзакции, поскольку записи в электронном реестре (базе данных) невозможно легко подделать (т. е. после того, как данные записаны, их крайне сложно изменить; при этом стоит помнить, что достоверность зависит от того, были ли данные изначально верными). Такая «неизменность» обусловлена сочетанием факторов, как описано в Белой книге ЕЭК по использованию блокчейна для упрощения процедур торговли³⁶, где представлен подробный обзор этой технологии.

68. Эти качества позволяют использовать блокчейн-системы как независимого арбитра в процессах, которые в противном случае могли бы подвергнуть участников риску невыполнения одной из сторон своих договорных обязательств (риск контрагента), и где сторонние гаранты неохотно вмешиваются и берут на себя часть таких рисков.

69. Дополнительной особенностью многих блокчейнов, которая повышает привлекательность комбинаций ИВ/блокчейн в качестве решения для упрощения процедур торговли, является возможность внедрения «смарт-контрактов». Смарт-контракты — это программы, которые автоматически выполняются при соблюдении ряда согласованных условий, что гарантирует их быстрое выполнение при минимальном взаимодействии с человеком (и, следовательно, зачастую более низкие затраты). Например, ИВ-устройство, передающее GPS-координаты в блокчейн, может распознать в рамках смарт-контракта, что груз прибыл. Это, в свою очередь, может вызвать автоматический платеж. Такая автоматизация процесса принятия

³² Forbes, “What is a Data Lake?” <https://www.forbes.com/sites/bernardmarr/2018/08/27/what-is-a-data-lake-a-super-simple-explanation-for-anyone/#7122bc1b76e0>.

³³ Определение витрины данных см.: <https://searchdatamanagement.techtarget.com/definition/data-mart> (дата обращения: 11 октября 2020 года). По этой ссылке также представлена полезная таблица, где сравниваются озеро данных, витрина данных, хранилище данных и реляционная база данных.

³⁴ Более подробно о MapReduce см.: <https://medium.com/edureka/mapreduce-tutorial-3d9535ddb7c>.

³⁵ Об обработке потоков см.: <https://medium.com/stream-processing/what-is-stream-processing-1eadfca11b97>.

³⁶ UNCEFACT, White Paper on Blockchain in Trade Facilitation (ECE/TRADE/457), 2020, URL: https://www.unece.org/fileadmin/DAM/trade/Publications/ECE-TRADE-457E_WPBBlockchainTF.pdf.

решений обеспечивает более быстрое исполнение, сокращая при этом работу с людьми и вероятность ошибок и/или мошенничества. Кроме того, преимущество использования технологии блокчейн заключается в обеспечении прозрачного и проверяемого информационного следа.

70. Чтобы воспользоваться преимуществами стойкой к взлому структуры распределенных реестров, необходимо делать прямые записи с ИВ-устройств, являющихся источником данных (или их ИВ-шлюзов). Это делается для того, чтобы оградить генерируемые данные от возможных попыток их изменения (промежуточной системой).

1. Преимущества объединения ИВ и технологии блокчейн для упрощения процедур торговли

71. Основой любой экосистемы ИВ является управление потоками данных. Это включает в себя взаимодействие между данными и маршрутизацию этих данных по мере их поступления и передачи от устройств ИВ, включая интерфейсы с граничными устройствами и шлюзами, облако, базы данных/блокчейн, операционные и/или аналитические программные приложения (включая смарт-контракты, зарегистрированные в блокчейне).

72. Хотя технические аспекты такой организации процесса торговли были рассмотрены выше, в следующих разделах мы обсудим факторы, которые необходимо учитывать при оценке преимуществ внедрения технологии блокчейн в экосистему ИВ, принимая во внимание ее сильные и слабые стороны, и в заключение приведем несколько примеров того, как ИВ применяется в сочетании с блокчейном для более эффективного содействия торговле.

73. Как уже упоминалось во введении, упрощение процедур торговли — это «упрощение, стандартизация и согласование процедур и связанных с ними информационных потоков, требуемых для перевозки товаров в направлении от продавца к покупателю и для производства платежей»³⁷. Торговые процессы характеризуются большим объемом повторяющихся действий и транзакций, осуществляемых большим количеством заинтересованных сторон. Это идеальные условия для использования как ИВ, так и технологии блокчейн, дающие преимущества с точки зрения упрощения процедур торговли, которые описаны ниже.

Упрощение

74. Использование ИВ в сочетании с технологией блокчейн, и в частности использование смарт-контрактов, может упростить процедуры торговли за счет устранения посредников, основная цель которых — обеспечить подлинность данных и/или запросить действия на основе этих данных. Теперь данные могут поступать от устройств ИВ, «запросы» на действия могут исходить от экосистемы ИВ и/или смарт-контракта на блокчейне, а подлинность может быть обеспечена посредством регистрации на блокчейне.

Стандартизация

75. Блокчейн может повысить доверие к совместно используемым (или общим) данным из экосистем ИВ благодаря своей способности обеспечивать следующее:

- способствовать достижению взаимопонимания между заинтересованными сторонами, например между судоходной и принимающей компаниями или между банком торгового финансирования и экспортером. Например, заинтересованные стороны могут получить доступ и использовать одни и те же верифицируемые данные для описания объектов/событий, связанных с контейнерами, если в контейнерах установлены устройства ИВ или

³⁷ Практическое руководство по упрощению процедур торговли, URL: <https://tfig.unece.org/RUS/details.html>.

считываемые метки/коды ИВ, такие как NFC, RFID или QR-коды³⁸. Они могут считываться другими устройствами ИВ, а выбранная информация может храниться в блокчейне для доступа;

- надежно определять время и происхождение каждой записи экосистемы ИВ. Например, финансирующий банк может точно определить, когда товар прибыл на склад импортера, или страховщик может точно определить, когда товар был поврежден (и кто владел им в этот момент);
- подтверждать данные ИВ с высоким уровнем доверия благодаря устойчивости к кибератакам за счет использования криптовалют.

Гармонизация

76. Технология блокчейн при использовании с ИВ поддерживает гармонизацию по следующим причинам:

- все заинтересованные стороны, имеющие «права на чтение» данных блокчейна, просматривают одни и те же данные ИВ, которые доступны всем участникам процесса одновременно, что вносит ясность и увеличивает потенциал для сотрудничества;
- одна и та же информация ИВ записывается на всех узлах блокчейна;
- блокчейн укрепляет целостность данных, получаемых от устройств ИВ, благодаря высокой степени надежности. Блокчейн не позволяет проверять данные (хотя смарт-контракты могут играть определенную роль в проверке); однако блокчейн устраняет риски, связанные с единой точкой истины (единым источником данных), которые возникают, когда данные ИВ записываются в одну базу данных.

2. Недостатки блокчейна и ИВ

77. Ограничения и недостатки, связанные с использованием технологии блокчейн, достаточно хорошо документированы. В отношении использования технологии блокчейн с ИВ для упрощения процедур торговли имеются следующие проблемы:

- существует потребность в качественных данных, поскольку принцип «мусор на входе — мусор на выходе» остается актуальным для технологии блокчейн, хотя эту проблему можно частично решить, используя смарт-контракты с использованием блокчейна для оценки качества данных перед их записью в блокчейн;
- на сегодняшний день стандарты безопасности недостаточно отработаны для применения в конфигурациях платформ, которые поддерживают совместное использование программного обеспечения несколькими пользователями, каждый из которых имеет доступ только к своим собственным данным (мультиотенантность);
- правила конфиденциальности данных могут потребовать изучения, если данные, генерируемые устройствами ИВ, записываются в блокчейн, который передается нескольким заинтересованным сторонам;
- функциональную совместимость между блокчейнами может быть нелегко установить. При наличии более чем одного блокчейн-решения (например, одно используется в цепочке доставки, а другое — на таможне), если эти две системы не могут «общаться», то информация может оставаться изолированной.

³⁸ Связь ближнего поля (NFC) обеспечивает связь на коротком расстоянии между совместимыми устройствами. Радиочастотная идентификация (RFID) использует электромагнитные поля для автоматической идентификации и отслеживания меток, прикрепленных к объектам. Код быстрого ответа (QR) — это тип матричного штрихкода, который в данном случае связывает читателя с определенным URL-адресом.

78. Внедрение ИВ привело к значительным сдвигам в упрощении процедур торговли, поскольку оно позволило получить огромное количество подробных данных о торговле, оставив далеко позади предыдущие системы сбора данных вручную. Тем не менее пробелы в данных остаются, и там, где имеются такие пробелы, искажения или неточности, эти недостатки по-прежнему являются проблемой для данных, зарегистрированных в блокчейне.

79. Кроме того, если система управления блокчейном или смарт-контракты не устанавливают иное, блокчейн — это система сбора данных, записывающая все полученные торговые данные без какого-либо аналитического процесса отбора. Это может создать проблемы, если все данные, поступающие из экосистемы ИВ, будут записываться в блокчейн, поскольку огромный объем генерируемых данных может привести к сбоям в работе системы и/или увеличению расходов сетей, которые взимают небольшую плату каждый раз, когда данные записываются в блокчейн.

80. Вот почему, хотя устройства ИВ могут быть полезным способом сбора данных, как правило, не все данные ИВ записываются в блокчейн. Данные с устройств ИВ часто фильтруются таким образом, чтобы:

- передавались только те данные, которые выходят за пределы определенных диапазонов, либо
- данные передавались в виде общего набора показаний в конце процесса, либо
- «хеш»³⁹ большого объема данных, собранных за точно определенный период, сохранялся в блокчейне, в то время как сами данные сохранялись в другом месте. Последний вариант работает таким образом: если вы желаете проверить данные, вы пропускаете их через математические функции хеширования, и если результат отличается от результата, сохраненного в блокчейне, то проверяющая сторона знает, что базовые данные были изменены.

3. Два примера использования ИВ совместно с технологией блокчейн для содействия торговле

Определение температуры для целей страхования

81. Фрукты требуют поддержания определенного температурного режима, поэтому во время транспортировки их лучше всего хранить при температуре от 4 до 15 °С. Если, например, во время транспортировки ИВ-устройство в грузовом контейнере зафиксирует, что фрукты хранились при температуре 0°С в течение целых двух дней, это может повлечь за собой действия, связанные со страхованием. Другими словами, когда ИВ-устройство передает данные о температуре, выходящей за пределы диапазона, эта информация, записанная в блокчейн, может активировать смарт-контракт, который уведомляет страховую компанию о необходимости выплаты экспортеру компенсации за товар, утраченный из-за слишком низкой температуры. Этот платеж будет автоматически произведен в рамках смарт-контракта без какого-либо дальнейшего вмешательства со стороны импортера, экспортера или транспортной компании. Это значительно снижает затраты страховых компаний на обработку претензий, поскольку им не нужно сверять информацию, предоставленную грузоотправителем/экспортером, со страховым полисом, оценивать достоверность страховой претензии (данные ИВ, зарегистрированные в блокчейне, служат доказательством) и затем требовать выплаты. Кроме того, это снижает

³⁹ Хеш — это своего рода криптографический отпечаток пальца, который меняется, если меняется хотя бы один символ в хешируемых данных. Это означает, что если изменить гигабайт данных или даже одну цифру или один пробел в этих данных, то хеш для всего гигабайта данных изменится. Однако этот процесс не позволяет установить место, где было произведено изменение.

расходы грузоотправителя/экспортера, поскольку им не нужно дополнительно документировать возникшую проблему, и они быстрее получают страховую выплату⁴⁰.

Торговое финансирование

82. Традиционная система финансирования торговли предполагает передачу коносамента (BoL) владельцу груза, физически или по электронной почте, и сопоставление данных BoL со складскими расписками о получении груза (и те, и другие могут быть подделаны) для привлечения финансирования. Распространенной формой мошенничества является выпуск нескольких складских расписок на один и тот же товар, а затем использование этих поддельных расписок для привлечения финансирования. ИВ может бороться с мошенничеством путем мониторинга в режиме реального времени грузов в пути и на складе. Данные, собранные устройствами ИВ и записанные в блокчейн (для подтверждения подлинности), могут быть отслежены заинтересованными сторонами с доступом в режиме «только для чтения». Кроме того, как и в предыдущем примере, при выполнении условий (например, груз прибыл вовремя) смарт-контракты могут быть запущены для выполнения контрактов торгового финансирования. Предоставляя заинтересованным сторонам надежный и неизменный источник данных, сочетание технологий ИВ и блокчейн не устраняет саму возможность мошенничества, однако затрудняет его совершение.

VII. Выводы

83. Экономические операции, связанные с внешней торговлей, зависят от доступа к своевременным, достоверным данным. ИВ-устройства, хранящие данные в блокчейне, могут стать решением проблемы, обеспечивая доступ к информации в режиме реального времени для самых разных пользователей — от продавцов и покупателей до посредников, таких как сторонние логистические провайдеры и сотрудники таможни. Смарт-контракты, которые используются в технологии блокчейн, могут выполнять роль механизма автоматической сверки, способствуя быстрому осуществлению платежей по заданному набору условий. Кроме того, технология блокчейн относительно устойчива к кибератакам благодаря использованию криптографии. Хотя проблемы обеспечения качества данных и функциональной совместимости характерны как для ИВ, так и для технологии блокчейн, использование этой комбинации может стать высокоэффективным инструментом для упрощения процедур торговли.

⁴⁰ Этот пример, а также более полный анализ можно найти в публикации: UNCEFACT, White Paper on Blockchain in Trade Facilitation (ECE/TRADE/457), 2020, URL: https://www.unece.org/fileadmin/DAM/trade/Publications/ECE-TRADE-457E_WPBlockchainTF.pdf.