ПЕРСПЕКТИВЫ ВНЕДРЕНИЯ ТЕХНОЛОГИИ 5G И ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ С СИСТЕМОЙ «УМНЫЙ ДОМ»

© Л. К. Хаджиева, М. Р. Хаджиев, И. У. Хашумов

ГГНТУ им. акад. М. Д. Миллионщикова, Грозный, Россия

В статье рассматриваются вопросы, связанные с внедрением и реализацией технологии 5G, а также взаимодействие 5G с системой «Умный дом». Пятое поколение сетей, является следующим за 4G и 3G, и, как и при переходе от 3G к 4G, мы получаем гораздо более высокие скорости, чем на любом из технологий, которые были раньше. Теоретически максимальная скорость загрузки, которую ожидают от 5G, равна 10-50 Гбит/с, но мы еще не достигли этого уровня, по имеющимся данным, пиковая скорость загрузки уже достигла 753 Мбит / с, а в некоторых сетях утверждается, что скорости более 1 Гбит/с уже наблюдаются.

Следующее поколение телекоммуникационных сетей (пятое поколение или 5G) начало выходить на рынок в конце 2018 года и будет продолжать расширяться по всему миру.

Ожидается, что помимо повышения скорости эта технология откроет огромную экосистему 5G IoT (Интернет вещей), в которой сети могут обслуживать коммуникационные потребности миллиардов подключенных устройств с правильным компромиссом между скоростью, задержкой и стоимостью.

Ключевые слова: 5G. IoT, перспективы, развитие, канал, связь, скорость, LTE, опыт.

Согласно принципам связи, чем короче частота, тем больше полоса пропускания. Использование более коротких частот (миллиметровые волны от 30 ГГц до 300 ГГц) для сетей 5G – это причина, почему 5G может быть быстрее. Этот высокочастотный спектр 5G обеспечивает ожидаемое повышение не только скорости, но и емкости, низкой задержки и качества. Однако скорость загрузки 5G может сильно различаться в зависимости от региона.

Примерно каждые 10 лет выпускается следующее поколение сетей мобильной связи, обеспечивающее более высокую скорость и расширенные возможности. Беспроводная сеть первого поколения (1G) позволила появиться первым сотовым телефонам, 2G обеспечила улучшенное покрытие и отправку текстовых сообщений, 3G представила голос с данными / Интернетом, а 4G / 4G (LTE) обеспечило повышенную скорость, чтобы не отставать от требований мобильных данных [1].

Основная эволюция по сравнению с сегодняшними 4G и 4.5G (также известными как LTE Advanced, LTE-A, LTE + или 4G +) заклю-

чается в том, что, помимо улучшения скорости передачи данных, новые сценарии использования IoT и критически важной связи потребуют нового уровня улучшенной производительности.

Например, низкая задержка обеспечивает интерактивность в реальном времени для сервисов, использующих облако, это ключ к успеху беспилотных автомобилей.

5G против 4G также означает, что подключено как минимум x100 устройств. 5G должна поддерживать 1 миллион устройств на площади 0,386 квадратных миль или 1 км².

Кроме того, низкое энергопотребление позволяет подключенным объектам работать месяцами или годами без помощи человека.

В отличие от текущих услуг Интернета вещей, которые делают компромиссы производительности, чтобы получить максимум от текущих беспроводных технологий (3G, 4G, Wi-Fi, Bluetooth, Zigbee и т. Д.), сети 5G будут спроектированы так, чтобы обеспечить уровень производительности, необходимый для массового Интернета вещей. Это позволит со-

здать воспринимаемый полностью повсеместно связанный мир.

5G будет поддерживать все потребности в связи из локальной сети (LAN) с низким энергопотреблением, например домашних сетей, таких как глобальные сети (WAN), с правильными настройками задержки / скорости.

Сегодня эта потребность решается путем объединения самых разных сетей связи (Wi-Fi, Z-Wave, LoRa, 3G, 4G и т. Д.). 5G разработан, чтобы позволить простые конфигурации виртуальной сети лучше согласовывать сетевые расходы с потребностями приложений. Этот новый подход позволит операторам мобильной сети 5G захватить большую часть рыночного пирога IoT, предлагая экономичные решения для низкочастотных приложений с низким энергопотреблением [2].

Каждая беспроводная сеть нового поколения имела новый набор новых применений. И появление 5G не станет исключением и будет сосредоточено на IoT и важнейших коммуникационных приложениях. Что касается времени, мы можем отметить следующие варианты использования с течением времени:

- Фиксированный беспроводной доступ (с 2018-2019 гг.).
- Усовершенствованная мобильная широкополосная связь с отказом от 4G.
- Массивный M2M / IoT (с 2021 по 2022 год).
- Критически важные коммуникации Интернета вещей со сверхнизкой задержкой (с 2024 по 2025 год).

Некоторые критически важные приложения, такие как беспилотные автомобили, требуют очень высокой задержки (быстрого времени отклика), в то время как для них не требуется высокая скорость передачи данных.

И наоборот, корпоративные облачные базовые сервисы с массовым анализом данных требуют улучшения скорости больше, чем улучшения задержки.

Внедрение 5G: где мы находимся? Как много времени это займет?

По данным GSMA Intelligence, по состоянию на март 2021 года 157 мобильных операторов запустили коммерческие услуги 5G в 62 странах. Исследование прогнозирует 551 млн

подписок к концу 2021 года и 1,8 млрд к концу 2025 года.

Вот основные шаги, которые были сделаны на данный момент:

– МСЭ-R запустил «ИМТ на период до 2020 года и далее» в 2012 году, заложив основу для 5G.

– Япония и Корея начали работу над требованиями 5G в 2013 году.

– NTT Docomo провела первые экспериментальные испытания 5G в 2014 году.

– Samsung, Huawei и Ericsson начали разработку прототипов в 2013 году.

– Южнокорейская компания SK Telecom продемонстрировала 5G в 2018 году на зимних Олимпийских играх в Пхенчхане.

– Эрикссон и TeliaSonera сделали коммерческие услуги доступными в Стокгольме и Таллине в 2018 году.

– В Северной Америке 5G была доступна в некоторых регионах в 2019 году. В большинстве регионов она не появится до 2020 года.

– В США, точнее, АТТ объявляет общенациональный охват в первой половине 2020 г. Verizon 5G был первым носителем раскатать 5G.

– Deutsche Telekom запустил 5G в Берлине, Дармштадте, Мюнхене, Бонне и Кельне в сентябре 2019 года.

– Телекоммуникационные компании во Франции объявили о предложениях 5G в самом конце 2020 года, которые будут реально доступны в 2021 году.

– В Великобритании многие города увидели 5G в 2019 году и еще больше в 2020 году. EE, Vodafone и O2 активно развертывают 5G с середины 2019 года.

– Телекоммуникационные компании Индии готовятся к развертыванию 5G в 2021 году [3].

– ChinaUnicom установила 5G в нескольких местах в 2019 году. GSMA ожидает, что к 2025 году в Китае будет 460 миллионов подключений 5G.

Технология 5G обещает полностью преобразовать телекоммуникационные сети, предоставляя множество преимуществ, таких как:

– скорость загрузки в 100 раз выше – например, 3-гигабайтный фильм теперь загружается всего за 35 секунд;

– снижение задержки в 10 раз – это откроет новые возможности, такие как удаленная хирургия и беспилотные автомобили; а также:

– увеличенная пропускная способность сети – это позволит миллионам устройств быть подключенными к одной сети в пределах небольшой географической области.

Эти преимущества откроют путь для дополнительных новых возможностей и поддержки подключения для таких приложений, как умные дома и города, промышленная автоматизация, автономные транспортные средства, телемедицина и виртуальная / дополненная реальность.

Первоначальные развертывания 5G будут работать в неавтономной сети (NSA) – другими словами, работать в существующей инфраструктуре 4G и 4G-LTE и гибридных инфраструктурах 4G / 5G. Полная эволюция до автономных сетей 5G, вероятно, состоится через два года. Но пока цель остается – удовлетворить растущие требования к данным и связи через сети АНБ, при этом безопасно и надежно используя преимущества и возможности 5G.

CISA, как национальный советник по рискам, определила, что внедрение 5G создаст уязвимости в следующих критических областях:

– *цепочка поставок* 5G подвержена злонамеренному или непреднамеренному появлению таких рисков, как вредоносное программное обеспечение и оборудование, поддельные компоненты, а также некачественный дизайн, производственные процессы и процедуры обслуживания [4];

– *развертывание* 5G будет использовать больше компонентов информационных и коммуникационных технологий (ИКТ), чем предыдущие поколения беспроводных сетей, при этом некорректно развернутое, настроенное или управляемое оборудование и сети 5G могут быть уязвимы для сбоев и манипуляций;

– *сетевая безопасность* 5G основывается на предыдущих поколениях беспроводных сетей и в настоящее время интегрируется с сетями 4G LTE, которые содержат некоторые устаревшие уязвимости, такие как атаки распределенного отказа в обслуживании и проблемы SS7 / Diameter – эти уязвимости могут

повлиять на оборудование и сети 5G даже при дополнительных улучшениях безопасности;

– *конкуренция и выбор* в сетевых технологиях, несмотря на разработку стандартов, поощряющих взаимодействие, приводят к встраиванию проприетарных интерфейсов, что ограничивает выбор клиентов в использовании другого оборудования. Отсутствие взаимодействия с другими технологиями и услугами ограничивает способность надежных компаний в области ИКТ конкурировать на рынке 5G.

Для решения этих критических проблем CISA и S&T выступают за совместную работу правительства и отрасли для максимального увеличения преимуществ 5G и повышения ее безопасности и устойчивости [5].

На данный момент еще не ясно, какие технологии будут наиболее эффективны для 5G в долгосрочной перспективе, но появилось несколько первых фаворитов. Лидерами являются миллиметровые волны, малые соты, Massive MIMO, полнодуплексный режим и Beamforming. Чтобы понять, чем 5G будет отличаться от сегодняшних сетей 4G, полезно пройти по этим пяти технологиям и подумать, что каждая из них будет значить для пользователей беспроводной связи.

Современные беспроводные сети столкнулись с проблемой: больше людей и устройств потребляют больше данных, чем когда-либо прежде, но они по-прежнему сосредоточены в тех же диапазонах радиочастотного спектра, которые всегда использовали операторы мобильной связи. Это означает меньшую пропускную способность для всех, что приводит к замедлению обслуживания и большему количеству разорванных соединений.

Один из способов обойти эту проблему – просто передавать сигналы в совершенно новом диапазоне спектра, который никогда раньше не использовался для мобильных услуг. Вот почему провайдеры экспериментируют с вещанием на миллиметровых волнах, которые используют более высокие частоты, чем радиоволны, которые долгое время использовались для мобильных телефонов [6].

Миллиметровые волны передаются на частотах от 30 до 300 гигагерц, по сравнению с

полосами ниже 6 ГГц, которые использовались для мобильных устройств в прошлом. Их называют миллиметровыми волнами, потому что они различаются по длине от 1 до 10 мм, по сравнению с радиоволнами, которые обслуживают современные смартфоны, длина которых составляет десятки сантиметров.

До сих пор только операторы спутников и радарных систем использовали миллиметровые волны для реальных приложений. Теперь некоторые операторы сотовой связи начали использовать их для передачи данных между стационарными точками, такими как две базовые станции. Но использование миллиметровых волн для подключения мобильных пользователей к ближайшей базовой станции – это совершенно новый подход.

Однако у миллиметровых волн есть один серьезный недостаток – они не могут легко проходить через здания или препятствия, и они могут поглощаться листвой и дождем. Вот почему сети 5G, вероятно, дополняют традиционные вышки сотовой связи другой новой технологией, называемой малыми сотами.

Малые соты – это портативные миниатюрные базовые станции, которые требуют минимальной мощности для работы и могут быть размещены каждые 250 метров или около того по всему городу. Чтобы предотвратить сброс сигналов, операторы связи могут установить тысячи этих станций в городе, чтобы сформировать плотную сеть, которая действует как ретрансляторная группа, принимая сигналы от других базовых станций и отправляя данные пользователям в любом месте.

В то время как традиционные сотовые сети также стали полагаться на все большее количество базовых станций, для достижения производительности 5G потребуется еще большая инфраструктура. К счастью, антенны на небольших сотах могут быть намного меньше традиционных антенн, если они передают крошечные миллиметровые волны. Эта разница в размерах позволяет еще проще наклеивать ячейки на фонарные столбы и на крышах зданий.

Эта радикально иная сетевая структура должна обеспечивать более целенаправленное и эффективное использование спектра. Нали-

чие большего количества станций означает, что частоты, которые одна станция использует для подключения к устройствам в одной области, могут быть повторно использованы другой станцией в другой области для обслуживания другого клиента. Однако есть проблема – огромное количество малых сот, необходимых для построения сети 5G, может затруднить установку в сельской местности.

В дополнение к вещанию на миллиметровых волнах базовые станции 5G также будут иметь намного больше антенн, чем базовые станции сегодняшних сотовых сетей, чтобы воспользоваться еще одной новой технологией: массивным MIMO.

Сегодняшние базовые станции 4G имеют десяток портов для антенн, которые обрабатывают весь сотовый трафик: восемь для передатчиков и четыре для приемников. Но базовые станции 5G могут поддерживать около сотни портов, а это значит, что на одном массиве может поместиться гораздо больше антенн. Эта возможность означает, что базовая станция может отправлять и принимать сигналы от многих других пользователей одновременно, увеличивая пропускную способность мобильных сетей в 22 раза или больше.

Эта технология называется Massive MIMO. Все начинается с MIMO, что означает несколько входов и выходов. MIMO описывает беспроводные системы, которые используют два или более передатчиков и приемников для одновременной отправки и приема большего количества данных. Massive MIMO выводит эту концепцию на новый уровень, предлагая десятки антенн на одном массиве [7].

MIMO уже есть на некоторых базовых станциях 4G. Но пока Massive MIMO был протестирован только в лабораториях и прошел несколько полевых испытаний. В ранних тестах он установил новые рекорды по эффективности использования спектра, которая является мерой того, сколько бит данных может быть передано определенному количеству пользователей в секунду.

Massive MIMO выглядит многообещающим для будущего 5G. Однако установка большего количества антенн для обработки сотового трафика также вызывает больше помех,

если эти сигналы пересекаются. Вот почему станции 5G должны включать beamforming.

Beamforming – это система сигнализации трафика для базовых станций сотовой связи, которая определяет наиболее эффективный маршрут доставки данных конкретному пользователю и снижает помехи для находящихся поблизости пользователей в этом процессе. В зависимости от ситуации и технологии, в сетях 5G есть несколько способов реализовать это.

Beamforming может помочь Massive MIMO более эффективно использовать окружающий их спектр. Основная задача Massive MIMO – уменьшить помехи при одновременной передаче большого количества информации от большого количества антенн. На базовых станциях MIMO алгоритмы обработки сигналов прокладывают лучший маршрут передачи по воздуху для каждого пользователя. Затем они могут отправлять отдельные пакеты данных во многих разных направлениях, отражая их от зданий и других объектов в точно согласованном порядке. За счет того, как происходит движение пакетов и времени прибытия, формирование диаграммы направленности позволяет множеству пользователей и антенн Massive MIMO обмениваться гораздо большим объемом информации одновременно.

Для миллиметровых волн формирование луча в основном используется для решения другого набора проблем: сигналы сотовой связи легко блокируются объектами и имеют тенденцию ослабевать на больших расстояниях. В этом случае формирование луча может помочь, фокусируя сигнал в концентрированном луче, который направлен только к пользователю, а не транслируется во многих направлениях одновременно. Такой подход может повысить шансы сигнала на прибытие в неизменном виде и уменьшить помехи для всех остальных.

Помимо повышения скорости передачи данных за счет широкополосной передачи на миллиметровых волнах и повышения эффективности использования спектра с помощью Massive MIMO, инженеры беспроводной связи также пытаются достичь высокой пропускной способности и низкой задержки, необходимых для 5G, с помощью технологии, на-

зываемой полнодуплексной, которая изменяет способ доставки и приема данных антеннами.

Современные базовые станции и сотовые телефоны полагаются на приемопередатчики, которые должны по очереди передавать и принимать информацию на одной и той же частоте или работать на разных частотах, если пользователь желает передавать и получать информацию одновременно [8].

С 5G трансивер сможет передавать и принимать данные одновременно на одной и той же частоте. Эта технология известна как полный дуплекс, и она может удвоить пропускную способность беспроводных сетей на их самом фундаментальном физическом уровне: представьте, как два человека разговаривают одновременно, но все еще могут понимать друг друга – это означает, что их разговор может занять вдвое меньше времени, и их следующее обсуждение могло начаться раньше (рисунок 1).

Индустрия недвижимости пережила огромный рост за последние несколько лет, поскольку технология умного дома нашла свою нишу на рынке. Основная причина развития умных домов – быстрое увеличение использования приложений.

В настоящее время люди больше осознают проблемы безопасности и нуждаются в доступе к своим домам, когда они находятся вдали от дома.

Более того, наличие системы умного дома повысит его продажи и рыночную стоимость. Это действительно выделяет недвижимость и производит благоприятное впечатление на тех, кто присматривается к ней. Таким образом, умные дома станут настоящим бумом на рынке недвижимости. И они хороши как для строителя, так и для покупателей.

Возможности системы «Умного дома». *Автоматическое освещение.* В этой функции пользователь может выбрать активацию настроек освещения. Пользователь может работать в удобное для него время и может выбирать, в какое время дня включается освещение. Даже если пользователя нет, свет будет включаться при разговоре в гарнитуру Bluetooth. Это может быть определенная часть квартиры или вся квартира в зависимости от индивидуальных настроек.

Рис. 1. Технологии 5G

Безопасность. Приложения безопасности подходят пользователям, которые длительное время бывают вдали от дома. Доступно приложение для проверки безопасности, чтобы следить за квартирой. Оно включает в себя технологию обнаружения отпечатков пальцев или использование кода ключа для открытия дверей кондоминиума. Если кто-то другой, кроме пользователя, пытается открыть дверь с неправильным кодом ключа или отпечатком руки, пользователь предупреждает пользователя о движении рядом или в квартире.

Температура. Благодаря этой функции пользователь может контролировать температуру в квартире с помощью автоматизированных технических средств. Можно отрегулировать настройки температуры в соответствии с естественными погодными условиями. Если наружная температура упадет ниже определенного заданного уровня, датчик соответствующим образом отрегулирует температуру в доме и сохранит тепло в соответствии с информацией о состоянии владельца, установленной в системе датчиков [9].

Гаджеты и техника. В наши дни с помощью передовых технологий пользователь может управлять подачей питания на все

электронные устройства в квартире. Предположим, что пользователь по ошибке оставил устройство в режиме ожидания, интеллектуальная технология предоставит пользователю ссылки и сэкономит энергию, которая будет использоваться. Таким образом, это помогает пользователю, имеющему большую квартиру, экономить электроэнергию и время.

Подтверждение номера телефона. Умный дом перешел на техническую поддержку, где домашнюю систему можно настроить на мобильный телефон, пока владелец находится в отъезде. Система для включения должна иметь имя мобильного телефона пользователя, а также номер модели. Это позволяет пользователю использовать любые электронные устройства, которые он или она может пожелать иметь.

Система пробуждения. Благодаря этой функции домашняя интеллектуальная система позволяет пользователю выбирать время пробуждения и звуки по своему выбору, чтобы иметь отличное начало дня. Это помогает пользователю быть свободным от напряжения и не требует регулярных напоминаний о том, что нужно настроить будильник вручную.

Удобства, предоставляемые в системе «Умный дом». Умные замки. Умные замки обе-

спечивают безопасность жителей, поскольку они имеют удаленный доступ персонала при входе или выходе из квартиры. Они также подают жителям предупреждающие сигналы всякий раз, когда открывается дверь.

Мобильное приложение Resident. Это одно из самых желанных удобств клиентов, поскольку оно объединяет жителей с управляющим недвижимостью или владельцем квартиры. Одним нажатием кнопки жители могут управлять своими арендными платежами или коммунальными услугами. Это своего рода вкладка-напоминание, которая облегчает жизнь жителям.

Голосовое управление. Технология включена для жителей, где они могут просто через голосовую команду управлять бытовой техникой. В последнее время голосовое управление приобрело большую популярность, поскольку люди привыкли использовать голосовых помощников.

Обмен событиями в сообществе. В умных квартирах есть технология, в которой нет необходимости в брошюрах или листовках. Существуют встроенные технологии, которые человек в доме может создавать, а напоминания автоматически отправляются участникам.

Запросы на техническое обслуживание. Также имеется возможность автоматизированного обслуживания. Запросы жителям отправляются через приложение для резидентов. Эта умная технология обеспечивает жильцам жизнь без стресса благодаря своевременной отправке напоминаний. Таким образом, менеджер экономит время, чтобы постоянно напоминать жильцам об обслуживании и других связанных платежах.

Мгновенные платежи. В рамках этой функции жители могут совершать мгновенные платежи через приложение для жителей. Мгновенная оплата помогает жителям сэкономить время, а также сэкономить на дополнительных сборах или штрафах.

Домашняя автоматизация на основе RF. Эта радиочастотная технология используется для разработки автоматизации умного дома. Он состоит из радиопередатчика и приемника. Использует микроконтроллеры серии 8501, через которые командные сигналы передаются

пост-кодирования передатчика. Затем конечный приемник может декодировать закодированные командные сигналы. Декодированные командные сигналы отправляются на микроконтроллеры, которые далее рассматриваются как команда для работы.

Домашняя автоматизация на базе Arduino. Система на основе Arduino состоит из приемника и передатчика. Таким образом, плата и устройство Bluetooth настроены на отправку сотовым телефоном командных сигналов. В основном он хорошо работает только с Bluetooth.

Автоматизация под Wi-Fi через приложения Android и смартфоны. При этом управление электроприборами осуществляется через Интернет. Команда, отправленная по телефону, принимается модулем Wi-Fi и отправляется на микроконтроллер 8051. Следовательно, электрические нагрузки контролируются, а конечные результаты отображаются на экранах.

Цифровое управление домашней автоматикой. В рамках этой системы автоматизация осуществляется с использованием стационарного подключения. Он не использует микроконтроллеры, но использует двойной тональный сигнал на нескольких частотах для приема команд от стационарного телефона для получения выходного сигнала. Таким образом, с помощью этого электроприбора можно включать и выключать откуда угодно [10].

Архитектура системы управления «Умным домом». Предлагаемая архитектура SH-BlockCC будет использовать преимущества облачных вычислений и технологии блокчейн для достижения эффективности, масштабируемости и доступности, чтобы сделать умный дом более экологичным. Архитектура содержит четыре компонента, а именно: уровень умного дома, сеть блокчейнов, облачные вычисления и уровень обслуживания, как показано на рисунке 2.

Умный дом представляет собой единую семью, интеллектуальное домохозяйство, которое состоит из множества устройств IoT и других подсистем, таких как система безопасности, система управления, домашний кинотеатр и так далее. Эти устройства имеют датчики, которые обмениваются данными друг с

Рис. 2. Архитектура системы управления «Умным домом»

другом через централизованное приложение. Данные сенсорных устройств обмениваются данными с облаком и их сервисами. Данные из сети IoT поступают на облачную платформу, которая также интегрируется с данными других устройств. Он также сочетается с данными бизнес-транзакций. Многие сети умного дома требуют домашних услуг от эффективных поставщиков услуг.

Блокчейн недавно привлек внимание заинтересованных сторон в различных отраслях. Причина этого в том, что технология блокчейн позволяет управлять приложениями распределенным образом, который ранее использовался для работы через доверенного посредника. Это открытый реестр, который эффективно и проверяемо регистрирует несколько транзакций без какого-либо главного хоста во всей цепочке. Аналогичная практика может исполь-

зоваться с тем же сервисным контрактом без центрального органа. Технология блокчейн обеспечивает распределенную одноранговую сеть, в которой недоверенные лица без доверенных посредников могут эмпирически обмениваться данными друг с другом.

Блокчейн в распределенном облачном хранилище

Децентрализованность и доверие: блокчейн обеспечивает децентрализованную структуру, у которой нет единого органа, подтверждающего транзакцию. Чтобы обеспечить доверие к блокчейну, узлы в сети должны достичь консенсуса для принятия транзакции.

Полная конфиденциальность: в блокчейне каждый пользователь поддерживает свой собственный ключ. Он хранит зашифрованные фрагменты пользовательских данных с использованием системы криптовалюты и может

решить различные проблемы с конфиденциальностью.

Упрощение использования ресурсов и высокое качество: это облегчает использование ресурсов распределенным приложением. Например, смарт-контракт должен выполнять ресурсоемкий алгоритм с использованием некоторых криптографических функций. И это приложение предоставляет алгоритм ресурсов компьютера по запросу из смарт-контрактов, с помощью которого платеж будет происходить автоматически после выполнения функции.

Таким образом, с помощью блокчейна качество обслуживания может быть улучшено путем обеспечения возможности отслеживания использования ресурсов таким образом, чтобы и заказчик, и поставщик могли проверить SLA, а также определить, какая сторона несет ответственность за сообщенные сбои.

Обработка транзакций блокчейна в системе. Все устройства управляются транзакциями и хранятся в локальной цепочке блоков. Транзакция может выполняться посредством обмена данными между локальным устройством или между оверлейными узлами. Каждая транзакция запрограммирована для некоторых функций, таких как сохранение и доступ, мониторинг, режим формирования и удаление. Общий ключ используется всеми транзакциями, генерируемыми алгоритмом Диффи-Хеллмана. В умном доме, чтобы добавить любое устройство, несовершеннолетний создает транзакцию генезиса, которая предназначена для добавления нового устройства в умный дом с использованием общего ключа. Слегка взвешенное хеширование предназначено для обнаружения изменений в содержимом транзакции. Чтобы предоставить пользователю контроль над транзакцией, используется общий ключ, который назначается устройству несовершеннолетними. А чтобы выделить ключ, несовершеннолетние проверяют заголовки политики, запрашивают разрешение у владельца и распространяют общий ключ.

Добавление нового устройства выполняется в процессе создания, тогда как для доступа к данным используются два разных метода: первый – это локальный доступ, а второй – доступ к облаку. Для локального доступа устройство

отправляет майнеру запрос на проверку разрешения и получение данных из локального хранилища. Для доступа к облаку майнер может запросить данные из облачного хранилища и отправить их обратно на устройство.

Устройство также может потребовать хранить данные в локальном хранилище, а также в облачном хранилище. Весь процесс называется транзакцией магазина. Для локального хранения данных устройство требует аутентификации в локальном хранилище и отправляет запрос майнерам, чтобы проверить, должно ли погодное устройство сохранять разрешение, или нет. Если разрешено, ключ используется совместно устройством и локальным хранилищем, и устройство может хранить данные непосредственно в локальном хранилище. Для хранения данных в облаке требуются идентичные блоки, связанные с уникальным номером. Номер блока и хэш сохраненных данных используются пользователем для аутентификации. После успешного процесса аутентификации пакеты данных от пользователя сохраняются в блоке вместе с хешем в порядке «первым пришел – первым обслужен» (FIFO).

Таким образом, умный дом состоит из нескольких различных типов устройств IoT, подключенных друг к другу через сеть. Устройства управляются локальной цепочкой блоков. Поскольку устройства Интернета вещей много дома являются устройствами с ограниченными ресурсами, для локальной транзакции используется шифрование с симметричным ключом. Диспетчер блоков отвечает за управление цепочкой блоков. Он управляет созданием, проверкой и хранением отдельных лиц, а также блоков транзакций. Каждый умный дом ведет локальную бухгалтерскую книгу, которая обрабатывает все локальные и накладываемые транзакции умного дома. Алгоритм Диффи-Хеллмана используется для обмена ключами между двумя объектами.

Оверлейная сеть – это компьютерная сеть, состоящая из большого количества узлов, соединенных виртуальными связями. Она построена поверх другой сети. Поскольку оверлейная сеть состоит из множества узлов (которые поддерживают масштабируемость и уменьшают накладные расходы), заголовок каждого кла-

Рис. 3. Обзор оверлейной сети, соединяющей умный дом, ОВМ и облачное хранилище

стера выбирается с помощью алгоритма кластеризации, как описано у Аббаси и Юниса. Вся сеть управляется публичным блокчейном. В результате, головка кластера также известна как менеджеры оверлейных блоков (ОВМ), как показано на рисунке 3. Оверлейные ВС поддерживаются на всех СН в оверлейной сети, включая множественные подписанные транзакции, отправляемые облачным хранилищем, и транзакции доступа. В отличие от майнинга-биткойнов, каждый СН независимо определяет, следует ли сохранить или отбросить новый блок, на основе связи с полученным партнером по транзакции. Это может привести к различным версиям ВС для каждого СН.

Транзакция в оверлейной сети выполняется узлом запроса, который генерирует транзакцию, и инициатором запроса, который является получателем транзакции. Это называется транзакцией наложения и использует асимметричное шифрование, цифровую подпись и цифровую хеш-функцию. Вся сеть полагается на систему инфраструктуры открытого ключа (PKI), и каждый узел поддерживает свой открытый ключ. Центр сертификации (CA) утверждает открытый ключ узла с помощью подписанного сертификата. Чтобы инициировать любую транзакцию, узел создает транзакцию генезиса, которая включает сертификат, который

проверяется ОВМ. Оверлейные транзакции транслируются и проверяются модулями ОВМ. Оверлейная сеть действует как одноранговая сеть для обеспечения анонимности на уровне интернет-протокола (IP). ОВМ проверяет транзакцию, проверяя подпись участников транзакции их открытым ключом. Все действительные транзакции хранятся в заранее определенном блоке. Кроме того, ОВМ проверяет, существует ли предыдущая транзакция каждой транзакции, которая хранится в поле предыдущей транзакции, в общедоступном ВС.

В ходе анализа возможностей технологии 5G для реализации концепции «Умный дом» пришли к выводу, что на сегодняшний день безопасность, экономия энергии и комфорт имеют немаловажное значение. Совсем недавно система «Умный дом» являлась предметом роскоши, а сейчас довольно доступная система, и даже выгодная в экономическом плане. Спрос на данную систему в России растет с каждым днем, и понятно, почему. Ведь она удобная и надежная, интуитивно реагируя, предугадывая действия хозяина и контролируя процессы при его отсутствии. Следовательно, развитие технологии 5G просто неизбежно, так как для таких систем, как IOT и «Умный дом», внедрение и дальнейшее развитие пятого поколения просто необходимо.

ЛИТЕРАТУРА

1. Хашумов И. У., Хаджиев М. Р., Мальцагов Х. Х. Информационная безопасность и уязвимость // Вестник ГГНТУ. Технические науки. 2020. №2. С. 15-21.
2. Хаджиева Л. К., Хаджиев М. Р., Исрахимова А. Т. Концепция систем ИОТ для сельскохозяйственных услуг с высокой степенью автономии // Вестник ГГНТУ. Технические науки. 2021. №3. С. 10-18.
3. Тесля Е. В. «Умный дом» своими руками. Строим интеллектуальную цифровую систему в своей квартире / Тесля Е. В. Санкт-Петербург: Питер, 2018. 224 с.
4. Сэмюэль Грингард. Интернет вещей: Будущее уже здесь. 2015. 113 с.
5. Амита Канур. Практический искусственный интеллект для Интернета вещей: Экспертное машинное обучение и методы глубокого обучения для разработки более интеллектуальных систем интернета вещей. 2019. 218 с.
6. Тимоти Чоу. Принципы, решения и методы для Интернета вещей. 2016. 268 с.
7. Перри Ли. Архитектура Интернета вещей. 2019. 151 с.
8. Сурья Нараян, Кумар Паттнаик. Приложения IoT и WSN для развития современного сельского хозяйства: новые исследования и возможности. 2019. 82 с.
9. Кумар Паттнаик. Интернет вещей и аналитика для сельского хозяйства. 2019. 56 с.
10. Аджит Абрахам, Суджата Даи, Джоэл Дж. П. К. Родригес, Субхенду К. Пани. Интеллектуальное сельское хозяйство на основе искусственного интеллекта, Edge и Интернета вещей. 2020. 422 с.
11. Райфельд М. А. Системы и сети мобильной связи: учебное пособие / Райфельд М. А., Спектор А. А. Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2019. 96 с. ISBN 978-5-7782-3833-6. Текст: электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS: [сайт]. URL: <https://www.iprbookshop.ru/99218.html>

PROSPECTS FOR THE IMPLEMENTATION OF 5G TECHNOLOGY AND INTERACTION WITH THE “SMART HOUSE” SYSTEM

© L. K. Khadzhieva, M. R. Khadzhiev, I. U. Hashumov
GSTOU named after acad. M. D. Millionshchikov, Grozny, Russia

The article discusses issues related to the introduction and implementation of 5G technology, as well as the interaction of 5G with the “Smart Home” system. The fifth generation of networks is next to 4G and 3G, and as with the transition from 3G to 4G, we are getting much faster speeds than any of the technologies that came before. Theoretically, the maximum download speed expected from 5G is 10-50 Gbps, but we have not yet reached this level, according to the available data, the peak download speed has already reached 753 Mbps, and in some networks it is claimed to be over 1 Gbps.

The next generation of telecommunications networks (fifth generation or 5G) began to hit the market at the end of 2018 and will continue to expand around the world.

In addition to increasing speed, this technology is expected to open up a huge 5G IoT (Internet of Things) ecosystem in which networks can serve the communication needs of billions of connected devices with the right trade-off between speed, latency and cost.

Keywords: 5G. IOT, prospects, development, channel, communication, speed, LTE, experience

REFERENCES

1. Khashumov, I. U., Khadzhiev, M. R. and Mal'tsagov, Kh. Kh. (2020) 'Informatsionnaya bezopasnost' i uyazvимость'. *Zhurnal «Vestnik GGNTU. Tekhnicheskie nauki»* [Information security and vulnerability. Journal "Herald of GSTOU. Technical sciences"], №2. Pp. 15-21.
2. Khadzhieva, L. K., Khadzhiev, M. R. and Israkhimova, A. T. (2021) 'Kontseptsiya sistem IOT dlya sel'skokhozyaistvennykh uslug s vysokoi stepen'yu avtonomii'. *Zhurnal «Vestnik GGNTU. Tekhnicheskie nauki»* [The concept of IOT systems for agricultural services with a high degree of autonomy. Journal "Herald of GSTOU. Engineering Sciences"], №3. Pp. 10-18.
3. Teslya, E. V. (2018) '«Umnyi dom» svoimi rukami. Stroim intellektual'nyu tsifrovuyu sistemu v svoei kvartire'. ["Smart house" do-it-yourself. We are building an intelligent digital system in our apartment. Piter, Sankt-Peterburg. 224 p.
4. Semuel', Gringard (2015) Internet veshchei: Budushchee uzhe zdes. [Internet of Things: The future is here], 113 p.
5. Amita, Kapur (2019) Prakticheskii iskusstvennyi intellekt dlya Interneta veshchei: Ekspertnoe mashinnoe obuchenie i metody glubokogo obucheniya dlya razrabotki bolee intellektual'nykh sistem interneta veshchei [Practical Artificial Intelligence for the IoT: Expert Machine Learning and Deep Learning Techniques to Design Smarter IoT Systems]. 218 p.
6. Timoti, Chou (2016) Printsipy, resheniya i metody dlya Interneta veshchei [Principles, solutions and techniques for the Internet of Things]. 268 p.
7. Perri, Li (2019) Arkhitektura Interneta veshchei [Architecture of the Internet of Things]. 151 p.
8. Surya, Narayan, Kumar, Pattnaik (2019) Prilozheniya IoT i WSN dlya razvitiya sovremennogo sel'skogo khozyaistva: novye issledovaniya i vozmozhnosti [IoT and WSN Applications for the Development of Modern Agriculture: New Research and Opportunities]. 82 p.
9. Kumar, Pattnaik. (2019) Internet veshchei i analitika dlya sel'skogo khozyaistva [IoT and analytics for agriculture]. 2019. 56 p.
10. Adzhit, Abrakham, Sudzhata, Dash, Dzhoeel, Dzh.P. K. Rodrigues and Subkhendu, K. Pani. (2020) Intellektual'noe sel'skoe khozyaistvo na osnove iskusstvennogo intellekta, Edge i Interneta veshchei [Intelligent farming powered by artificial intelligence, Edge and the Internet of Things]. 422 p.
11. Raifel'd, M. A. and Spektor, A. A. (2019) Sistemy i seti mobil'noi svyazi: uchebnoe posobie. Novosibirskii gosudarstvennyi tekhnicheskii universitet, Novosibirsk, 96 p. ISBN 978-5-7782-3833, tekst: elektronnyi. Elektronno-bibliotchnaya sistema IPR BOOKS: [sait], available at: <https://www.iprbookshop.ru/99218.html>