

АНАЛИЗ МЕДИЦИНСКОГО ИНТЕРНЕТА ВЕЩЕЙ (IoMT)*Аль Насрави Фарис Хазим Абдулсада**аспирант,**Саратовский государственный технический университет**имени Гагарина Ю.А.,**РФ, г. Саратов**E-mail: farisirag21@gmail.com***ANALYSIS OF INTERNET MEDICAL OF THINGS (IoMT)***Al-Nasrawi Faris Hazim Abdulsada**Postgraduate student,**Saratov State University Gagarin Yu.A.**Technical University,**Russia, Saratov***АННОТАЦИЯ**

Текущие проблемы мировых систем здравоохранения, связанные со старением населения, ростом хронических и вирусных заболеваний, вынуждают врачей, поставщиков медицинских услуг и правительства сосредоточиться на новых технологиях для оказания высококачественной медицинской помощи и снижения общих затрат. Индустрия медицинских технологий разрабатывает и производит широкий спектр продуктов для мониторинга и диагностики пациентов и играет важную роль для систем здравоохранения в достижении наилучших результатов лечения пациентов, снижении затрат, повышении эффективности и внедрении новых способов расширения прав и возможностей пациентов. Значительные достижения в области беспроводных технологий, миниатюризации и вычислительной мощности устройств стимулируют инновации в медицинской технике, что приводит к разработке большого количества подключенных медицинских устройств, способных генерировать, собирать, анализировать и передавать данные. Данные, наряду с самими устройствами, создают сферу Интернета медицинских вещей (IoMT) – подключенную инфраструктуру медицинских устройств, программных приложений для здравоохранения, систем и сервисов. IoMT быстро трансформирует роль и взаимосвязи медицинских технологий в секторе здравоохранения. В частности, взаимодействие между датчиками и устройствами позволяет организациям здравоохранения оптимизировать свои клинические операции и управление рабочим процессом, а также улучшить уход за пациентами из удаленных мест. Устройства IoMT подключены к облачным системам, которые хранят и анализируют собираемые ими данные. Инструменты IoMT быстро трансформируют систему оказания медицинской помощи благодаря своей способности собирать, интерпретировать и распространять медицинские данные. Соединяя пациентов с их врачами и позволяя передавать медицинские данные по защищенной сети, это может сократить ненужные визиты в больницы и нагрузку на системы здравоохранения. IoMT обладает потенциалом для сокращения простоев в работе устройств за счет удаленного предоставления услуг с точки зрения здравоохранения поставщика. Ожидается также, что IoMT будет предоставлять медицинские услуги в режиме реального времени через Интернет и интеллектуальные устройства, такие как смартфоны, носимые медицинские устройства и встраиваемые медицинские приборы. Кроме того, IoMT может правильно определить оптимальное время замены расходных материалов для нескольких устройств, чтобы обеспечить непрерывную работу. В этой статье мы представляем всесторонний обзор новейшей литературы по медицинскому Интернету вещей. Ожидается, что медицинские услуги, основанные на Интернете вещей, улучшат качество жизни пользователей, снизят цены и повысят квалификацию.

ABSTRACT

The current problems of the world's healthcare systems associated with the aging of the population, the growth of chronic and viral diseases, force doctors, health care providers and governments to focus on new technologies to provide high-quality medical care and reduce overall costs. The medical technology industry develops and manufactures a wide range of products for monitoring and diagnosing patients and plays an important role for healthcare systems in achieving the best treatment outcomes for patients, reducing costs, increasing efficiency and implementing new ways to empower patients. Significant advances in wireless technology, miniaturization, and device computing power are driving innovation in medical technology, leading to the development of a large number of connected medical devices capable of generating, collecting, analyzing, and transmitting data. Data, along with the devices themselves, create the sphere of the Internet of Medical Things (IoMT) – a connected infrastructure of medical devices, software healthcare applications, systems and services. IoMT is rapidly transforming the role and relationships of medical technologies in the healthcare sector. In particular, the interaction between sensors and devices allows healthcare organizations to optimize their clinical operations and workflow management, as well as improve patient care from remote locations. Software and hardware devices that form medical IT systems. IoMT devices are connected to cloud systems that store and analyze the data they collect. IoMT tools are

rapidly transforming health care delivery with their ability to collect, interpret, and disseminate health data. By connecting patients with their doctors and allowing medical data to be transferred over a secure network, it can reduce unnecessary hospital visits and the burden on healthcare systems. IoMT has the potential to reduce device interruption through remote delivery of services from a provider's healthcare perspective. IoMT is also expected to provide real-time healthcare services through the Internet and smart devices such as smartphones, wearable medical devices and embedded medical devices. In addition, IoMT can correctly determine the optimal consumable replacement time for multiple devices to ensure continuous and uninterrupted operation. In this article, we present a comprehensive review of the recent literature on the Medical Internet of Things. Healthcare services based on the Internet of Things are expected to improve users' quality of life, lower prices, and increased expertise.

Ключевые слова: интернет Медицинский вещей (IoMT), Облачные вычисления, Интернет вещей (IoT), Носимые датчики, Уровень восприятия, прикладной уровень, Здравоохранение.

Keywords: Internet Medical of Things (IoMT), Cloud Computing, Internet of Things (IoT), Wearable Sensors, Perception Layer, Application Layer, Healthcare.

Введение

Традиционные системы здравоохранения сталкиваются с новыми проблемами поскольку число пациентов продолжает расти. Чтобы решить эту проблему и улучшить точность, надежность, производительность и эффективность сферы здравоохранения [1]. С момента своего появления медицинский Интернет вещей, также известный как (IoMT), становится все более важным для улучшения здоровья, защиты и лечения миллиардов людей. Медицинский интернет вещей (IoMT) - это сеть связанных между собой программных и аппаратных устройств здравоохранения, которая образует медицинские ИТ-системы. Устройства IoMT связаны с облачными системами, которые хранят и анализируют собранные ими данные. Инструменты IoMT быстро трансформируют систему оказания медицинских услуг благодаря своей способности собирать, интерпретировать и распространять медицинские данные. Связывая пациентов с их врачами и позволяя передавать медицинские данные по защищенной сети, они могут уменьшить количество ненужных посещений больниц и нагрузку на системы здравоохранения [2]. С точки зрения здравоохранения IoMT имеет потенциал для снижения прерывания работы устройств за счет удаленного предоставления услуг. Также ожидается, что IoMT будет предоставлять медицинские услуги в режиме реального времени через Интернет и интеллектуальные устройства, такие как смартфоны, носимые медицинские устройства и встроенные медицинские устройства. Кроме того, IoMT может правильно определять оптимальное время для замены расходных материалов для нескольких устройств для их непрерывной и бесперебойной работы [3].

Цель анализа медицинской системы Интернета вещей – выяснить ее влияние на снижение нагрузки на учреждения здравоохранения и оказание помощи врачам в удаленном общении с пациентами.

1. Интернет вещей (IoT)

Интернет вещей (IoT), современная концепция, имеет широкое применение в различных областях, включая здравоохранение [4]. Системы Интернета вещей (IoT) обычно имеют сложную архитектуру, которая соединяет различные типы устройств для

предоставления конкретной услуги конечному пользователю. Интернет вещей (IoT) - это структура, в которой повседневные объекты могут быть оснащены возможностями обнаружения, измерения, создания сетей и обработки данных, что позволяет им соединяться с другими устройствами и предоставлять услуги для достижения конкретной цели через Интернет. Устройства IoT были развернуты в нескольких областях медицины, особенно с чрезмерным использованием медицинских беспроводных датчиков, устройств, беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) и роботов. Медицинский Интернет вещей (IoMT) имеет те же требования, что и обычный Интернет вещей (IoT), особенно в части управления большим количеством устройств, надежной связи, неоднородности и совместимости систем [5]. Медицинский Интернет вещей (IoMT) - это система здравоохранения, состоящая из интеллектуальных медицинских устройств и программных приложений. IoMT способен обеспечить удаленную медицинскую диагностику и своевременное медицинское обслуживание через Интернет. MedicalIoT, также известный как healthcare IoT, относится к растущему спектру приложений IoT в области медицины. Например, датчики и программное обеспечение для удаленного отслеживания состояния здоровья, телемедицинских консультаций и распространения, относятся к устройствам IoT и приложениям, созданные специально для нужд и условий здравоохранения. Современные устройства, подключенные к Интернету, разрабатываются для повышения эффективности, снижения затрат на здравоохранение и улучшения результатов лечения пациентов. Организации используют возможности технологии I MedicalInternetofThings по мере увеличения вычислительных ресурсов и беспроводных возможностей. Одним из самых быстрорастущих сегментов рынка IoT являются товары для здравоохранения. В действительности, к 2026 году объем этой отрасли, которая также известна как медицинский Интернет вещей (IoMT), как ожидается, достигнет 176 миллиардов долларов. Согласно недавнему исследованию Deloitte, в настоящее время существует более 500 000 медицинских технологий. Медицинский Интернет вещей (IoMT) – это взаимосвязь различных персональных медицинских устройств,

а также устройств и поставщиков медицинских услуг, таких как больницы, медицинские исследователи и частные предприятия. Медицинский Интернет вещей (IoMT) в последнее время привлекает большое внимание благодаря своим многочисленным преимуществам, включая облегчение работы с заболеваниями и лекарствами, совершенствование методов ухода и улучшение качества обслуживания пациентов, а также снижение затрат. В настоящее время IoMT приняли около 70% медицинских организаций. В действительности на отрасль здравоохранения приходится одна треть всех устройств IoT [6].

Медицинский Интернет вещей (IoMT) помогает людям во всем мире улучшить свое здоровье и доступ к медицинским услугам. Медицинский IoT также использует ИИ и машинное обучение для поддержки изменяющих жизнь изменений в обычном медицинском оборудовании, например, умный ингалятор для страдающих астмой. В реальности, в смысле сетей в области тела, медицинские датчики и исполнительные механизмы используются в качестве носимых устройств. Вместо того чтобы держать пациентов в больницах, эти системы могут непрерывно отслеживать состояние их здоровья в режиме реального времени, обеспечивая при этом большую физическую универсальность и мобильность. Медицинские роботы, с другой стороны, могут использоваться как хирургические роботы, так и больничные роботы, которые способны точно проводить небольшие процедуры. Они также могут выполнять такие медицинские задачи, как сердечно-легочная реанимация (СЛР). Медицинский Интернет вещей (IoMT) сочетает в себе надежность и защиту традиционных медицинских систем с динамичностью, универсальностью и масштабируемостью традиционного Интернета вещей (IoT). Она обладает потенциалом для решения проблемы старения и хронических заболеваний путем управления большим количеством устройств для большого числа пациентов. Кроме того, медицинский Интернет вещей (IoMT) решает дополнительные проблемы, такие как мобильность пациентов. Технология медицинского Интернета вещей (IoMT) предоставляет множество услуг, включая улучшение медицинского обслуживания, управление заболеваниями, сбор данных, опыт пациентов и недорогие услуги [7].

2. Медицинский интернет вещей (IoMT)

Интернет вещей (IoT) - это концепция, которая относится к платформам взаимосвязанных устройств с веб-интерфейсом и медицинских технологий,

использующих датчики, процессоры, программное и аппаратное обеспечение для сбора, отправки, анализа и управления данными. Медицинский Интернет вещей (IoMT) - это подкатегория Интернета вещей, которая революционизирует отрасль здравоохранения. Устройства на основе датчиков IoT позволяют интегрировать их с мобильными технологиями, которые называются медицинским Интернетом вещей (IoMT) [8]. Когда данные, собранные этими устройствами, объединяются с системами электронных медицинских карт (EHR), которые собирают важнейшие данные, используемые для поддержки принятия клинических решений, открывается новое измерение, и появляется несколько возможностей и вариантов использования, благодаря которым эта технология может сыграть ключевую роль в преобразовании существующих систем здравоохранения, делая их более эффективными и устойчивыми [9].

Пациенты, медицинский персонал и посетители могут отслеживаться с помощью технологии IoMT, что еще больше укрепляет идею "умных" больниц. Отслеживание пациентов в режиме реального времени, расширенная диагностика, роботизированная хирургия и другие медицинские приложения IoT помогут улучшить результаты лечения пациентов. Сценарии, которые реализует IoMT, включают в себя функции определения местоположения, определения близости, обнаружения движения и зондирования окружающей среды. Данные медицинских заключений теперь можно собирать и передавать беспрецедентными способами, экономя время и деньги и способствуя будущим обещаниям. Медицинский IoT также имеет решающее значение в условиях все более рассредоточенного характера здравоохранения и медицинского обслуживания, поскольку телемедицина и связанные с ней технологические достижения устраняют необходимость посещения офиса. Медицинский Интернет вещей (IoMT) вызывает революцию в здравоохранении. Пациенты и клиенты получают выгоду от использования взаимосвязанных технологий с веб-интерфейсом. Благодаря улучшенной автоматизации, защите и другим технологическим преимуществам, медицинский IoT предоставляет поставщикам медицинских услуг новые возможности для повышения качества обслуживания пациентов и управления сложностями, присущими рынку здравоохранения [10].

3. Слой медицинского Интернета вещей (IoMT)

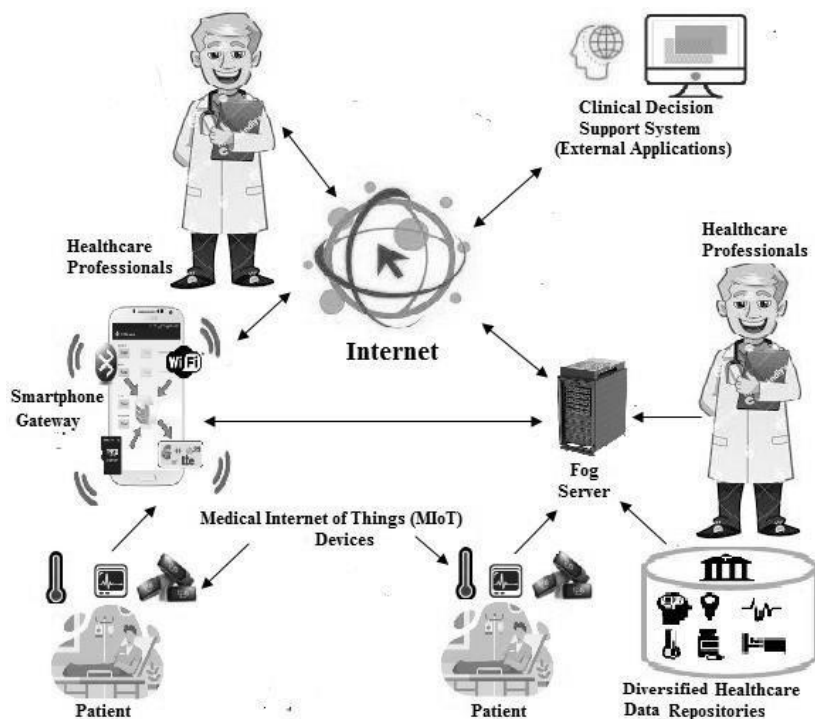


Рисунок 1. Слой медицинского Интернета вещей (IoMT)

Целью IoMT является сбор медицинских данных пациентов в режиме реального времени и их хранение в сетевых объектах, подключенных к Интернету. Врачи используют данные m-health для мониторинга, диагностики и лечения своих пациентов. Кроме того, интеграция мобильных медицинских устройств в клиентскую среду позволяет в режиме

реального времени прогнозировать различные аномалии здоровья. Как показано на рисунке 2, архитектура IoT в сфере здравоохранения состоит из пяти основных слоев: первый слой восприятия, второй слой зондирования, третий сетевой слой, четвертый бизнес-слой и пятый прикладной слой [11].

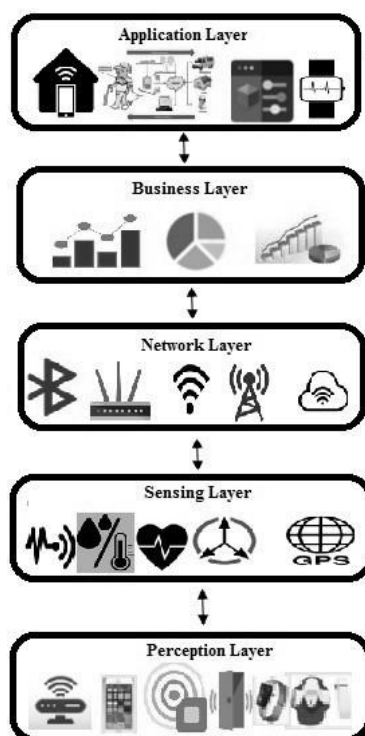


Рисунок 2. Слой медицинского Интернета вещей (IoMT)

3.1. Чувствительный слой

В мобильных приложениях для здравоохранения используется большое количество данных. Для хранения, отправки и получения данных устройства подключаются к серверам IoT. Ниже перечислены некоторые из наиболее важных характеристик медицинских медицинских устройств: низкое энергопотребление, IP-питание и беспроводная сеть, а также легкость и простота в ношении. Цель подключенных устройств - помочь в отслеживании, диагностике и лечении больных людей при сохранении низкого энергопотребления, низкой стоимости, физического размера и простоты использования. Поскольку эти устройства предназначены для работы в течение длительных периодов времени и при этом обеспечивают максимально возможное время автономной работы, ожидается низкое энергопотребление [12].

3.2. Слой восприятия

Этот уровень несет основную ответственность за сбор данных (например, пульс, давление, температура и т.д.) с помощью датчиков физического уровня, после чего собранные данные передаются на сетевой уровень. Основная роль уровня восприятия заключается в сборе медицинских данных с нескольких датчиков. Интернет вещей строится на основе технологий восприятия и распознавания. Например, в системах ухода за пациентами к телу больного подключается множество датчиков, чтобы обеспечить мониторинг состояния больного и оказать ему помощь в случае необходимости. Радиочастотная идентификация (RFID), инфракрасные датчики, камеры, GPS, медицинские датчики и датчики интеллектуальных устройств - вот примеры датчиков, которые могут обнаруживать изменения в окружающей среде. Эти датчики обеспечивают комплексное восприятие посредством распознавания объектов, определения местоположения и географического распознавания, а также возможность преобразования этих данных в цифровые сигналы для упрощения передачи по сети. Стандарт IEEE 802.15.4 используется для основы или введения большинства протоколов уровня восприятия. IEEE 802.15.4 - это стандарт с низкой сложностью, низкой стоимостью и низким энергопотреблением.

Он обеспечивает беспроводную связь с низкой скоростью передачи данных и предназначен в первую очередь для недорогих смартфонов IoT с низким спектром частот. Стандарт IEEE 802.15.4 описывает спецификации физического (PHY) и MAC-уровней для различных типов устройств (стационарных, портативных или движущихся), имеющих очень ограниченные требования к потреблению батареи или даже не имеющих батареи вообще [13].

3.3. Сетевой уровень

Расположение различных сетевых элементов называется топологией IoMT. Сетевой уровень, состоящий из проводных и беспроводных систем, а также промежуточного программного обеспечения, обрабатывает и передает информацию, собранную уровнем восприятия, с помощью технических платформ. С точки зрения поставщиков услуг, наиболее

важным аспектом при разработке топологии IoT является определение связанного поведения и функций в медицинских услугах. Архитектура - это план описания физических элементов, организации и работы медицинской сети IoT. Ее можно представить как полноценное устройство ячеистой сети с доступом в Интернет. RFID, беспроводные сенсорные сети Bluetooth, ZigBee, маломощный Wi-Fi и глобальная инфраструктура мобильной связи являются примерами сетевых технологий малого радиуса действия. Поскольку такие сетевые устройства передают данные, чувствительные к конфиденциальности в здравоохранении, безопасность сети является одной из основных проблем. Управление доверием, конфиденциальность, целостность, аутентификация и защита от атак типа "отказ в обслуживании" - все это вопросы, которые должна решать безопасность сетевого уровня в IoMT. Для большинства протоколов этого уровня используется стандарт IEEE 802.15. На этом уровне наиболее популярными протоколами для IoMT являются Wi-Fi и ZigBee. Bluetooth все еще используется, хотя и реже, из-за его неспособности охватить обширные территории, такие как больницы [14].

3.4. Бизнес-уровень

Основная обязанность этого слоя - управление бизнес-логикой медицинского провайдера, а также помощь в выполнении бизнес-процедур жизненного цикла (т.е. контроль, мониторинг и корректировка). Производительность любого устройства определяется не только используемой в нем технологией, но и тем, как оно распространяется среди пользователей. Этими действиями занимается бизнес-слой устройства. Он включает в себя создание блок-схем, графиков, анализ данных и определение путей улучшения работы устройства, а также многое другое. Бизнес-слой описывает предполагаемое поведение приложения и служит в качестве менеджера устройства. В его обязанности входит управление и контроль приложений, бизнес-моделей и моделей прибыли IoT. Этот уровень также контролирует конфиденциальность пользователя. Он также может решать, как можно производить, обрабатывать и изменять знания [15].

3.5. Уровень приложений

Медицинские данные передаются в специальные медицинские программные приложения для дальнейшей обработки после того, как они были переданы предыдущими уровнями. Прикладной уровень отвечает за преобразование этих данных в формат, понятный конечным устройствам и медицинским серверам. Прикладной уровень включает в себя медицинские информационные инструменты для включения индивидуальных медицинских услуг и удовлетворения потребностей конечных пользователей, основанных на текущем состоянии целевой группы населения и спросе на услуги. Прикладной уровень интерпретирует и применяет данные и оказания медицинской помощи и мониторинга. Сеть обычно охватывает все тело человека, а узлы связаны между собой беспроводным каналом связи.

Эти узлы располагаются в топологии "звезда" или "многохвост", в зависимости от реализации. BANs состоит из датчиков и исполнительных устройств вокруг человеческого тела для мониторинга органов человека или для доставки импульсов или лекарств на тело или внутрь тела, также известных как имплантируемые медицинские устройства, такие как кардиостимуляторы, или капсульные эндоскопы с беспроводной связью с точкой доступа или концентратором, показанным на рисунке.

Преимущество в том, что пациенту не нужно оставаться в постели и может спокойно ходить по палате или даже покидать больницу на короткое время. Это повышает качество жизни пациента [16].

4. Коммуникация в медицинском Интернете вещей (IoMT)

Общение - это навык, который недооценивается, особенно в медицине. Хотя наш мир становится все более взаимосвязанным в результате постоянно растущего числа новых устройств, приложений и инфраструктуры, многие способы взаимодействия между врачом и пациентом остаются крайне устаревшими. Часто врачи преувеличивают свои возможности по взаимодействию с больными пациентами. Сравнение различных коммуникационных протоколов, используемых в IoMT. Согласно опросу об отношениях

между врачом и пациентом, 76 процентов хирургов считают, что их пациенты полностью довольны общением с ними. Эти проблемы можно решить с помощью приложений, работающих в режиме реального времени, которые могут значительно улучшить координацию между пациентами, врачами и всей медицинской командой. Любая компания сможет извлечь выгоду из данных в реальном времени при хорошо продуманной стратегии внедрения. Для передачи данных в режиме реального времени между медицинскими устройствами используются пять различных форм коммуникационных сетей. Примерами этих управляемых сетей Body Area Networks, Neighbourhood Area Networks, Red Tacton, Home Area Networks и Wide Area Networks [17][18].

4.1. Телесная сеть (BAN)

Сети в области тела (BAN) являются актуальной темой исследований и разработок, поскольку они способны произвести революцию в области протоколов могут не всегда быть специфичными.

Жизнь, одновременно снижая расходы на здравоохранение. Кроме того, данные, собранные за более длительный период времени и в естественной среде обитания пациента, дают больше полезной информации, позволяя поставить более точный, а иногда и более быстрый диагноз.

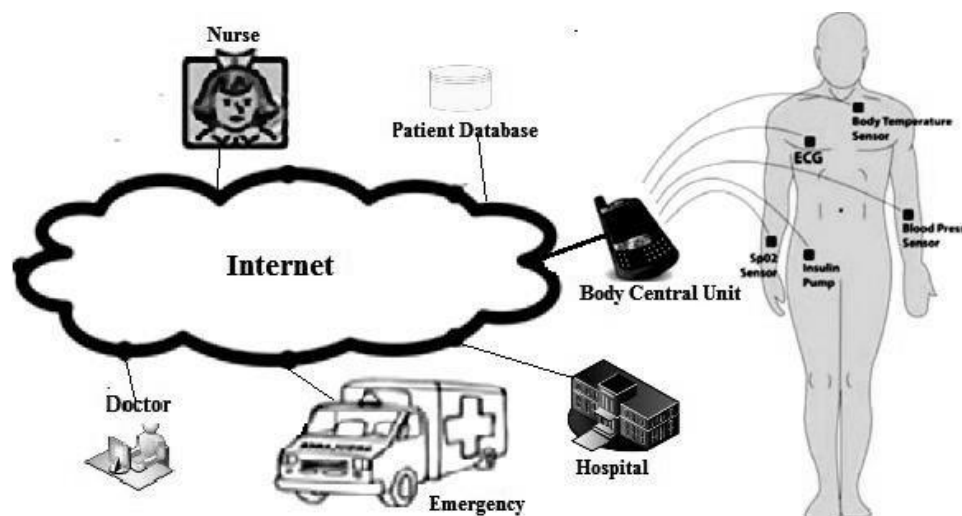


Рисунок 3. Сеть в области тела (BAN)

4.2. Сеть соседских районов (NAN)

Соседская сеть (NAN) - это подмножество точек доступа Wi-Fi и беспроводных локальных сетей (WLAN), все из которых позволяют пользователям легко и дешево подключаться к Интернету. NAN обычно создается одним человеком, представляющим семью или группу соседей. NAN состоит из одного или нескольких человек, устанавливающих точку доступа 802.11 (AP), такую как AppleAirport или Intel 2011, для покрытия небольшой географической зоны. Радиус покрытия может достигать 1 километра, если владелец точки доступа использует всенаправленную антенну. Соседи, участвующие в NAN, будут использовать направленную антенну, направленную

назад на точку доступа. С другой стороны, сети NAN обеспечивают гораздо больший радиус подключения к Интернету. Поэтому коммерциализация NAN является эффективным способом ускорить расширение соседских сетей Wi-Fi.

4.3. RedTacton

RedTacton - это технология, которая использует поверхность человеческого тела в качестве высокоскоростной и безопасной сети передачи данных.

Путь, показан на рисунке 4. RedTacton - это технология HumanAreaNetworking, которая передает данные на высоких скоростях, используя поверхность человеческого тела. Технически она полностью отлич-

чается от беспроводных и инфракрасных технологий, поскольку в качестве среды для передачи данных используется минутное электрическое поле, излучаемое поверхностью человеческого тела. Устройство RedTacton предназначено для мониторинга состояния здоровья пациента, не беспокоя его,

находящегося в отделениях интенсивной терапии. Оно помогает врачу отслеживать данные о состоянии пациента в реальном времени во время посещения и направлять медсестру или ее помощника для контроля и наблюдения за пациентом.

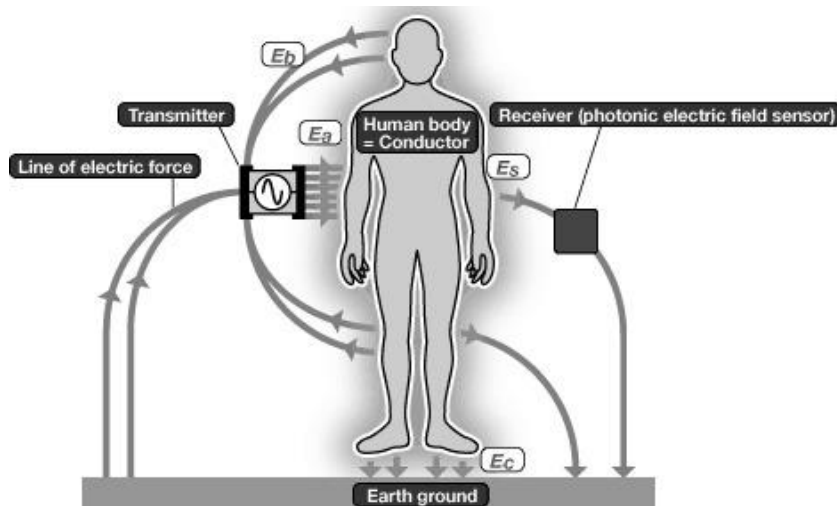


Рисунок 4. Модель RedTacton

4.4. Домашняя сеть (HAN)

Домашняя сеть (HAN) собирает данные датчиков от ряда устройств в доме и отправляет управляющую информацию на эти устройства, чтобы помочь контролировать использование энергии. Контроллер используется в HAN для управления контактами и передачи собранных данных на доступную точку доступа (AP) в доме пациента. Существуют различные топологии HAN, в зависимости от способа соединения устройств и роли, которую играют контроллеры в передаче информации. В HAN используются такие различные технологии, как ZigBee, Wi-Fi, Ethernet, Z-Wave, HomePlug, Bluetooth, WirelessMBus, Wavenis и др.

4.5. Глобальная вычислительная сеть (WAN)

WAN – это сеть, которая соединяет небольшие городские и кампусные сети в разных местах в единую распределенную сеть с помощью различных каналов связи, таких как частные линии, многопротокольная коммутация меток (MPLS), виртуальные частные сети (VPN), беспроводные (сотовые) сети и Интернет. Глобальная сеть (WAN) представляет собой связь от мобильной базовой станции или от точки доступа к мобильной/интернет (удаленной) медицинской инфраструктуре. Глобальные сети позволяют им выполнять свои основные повседневные функции без задержек. В случае чрезвычайных ситуаций глобальная сеть обеспечивает передачу данных в режиме реального времени бригадам экстренного реагирования.

4.6. Объединение носимых медицинских датчиков в медицинском Интернете вещей (IoMT)

В современном мире, где время имеет большую ценность, люди, особенно представители рабочего класса, проводят большую часть дня, выполняя множество задач и пренебрегая своим здоровьем и

физической формой. Даже простой визит к врачу требует проведения множества анализов для постановки диагноза, приема лекарств и ухода, и все это может занять много времени. В результате многие люди обращаются к врачу только в случае серьезного заболевания. В результате многие люди ищут альтернативу, такую как носимая на теле система, которая не только постоянно контролирует состояние здоровья пользователя в режиме реального времени, но и своевременно предоставляет информацию о различных параметрах здоровья как пользователю, так и его врачу.

Основная функция устройств физиологического мониторинга заключается в отслеживании и, в некоторых случаях, передаче сигналов от тела пациента другим медицинским системам. Обычно они состоят из крошечных беспроводных модулей, датчиков здоровья, которые собирают информацию, такую как кровяное давление, уровень глюкозы в крови, температура, пульсоксиметрия или движение. Эти устройства можно в целом разделить на две категории, носимые устройства (например, система апноэ сна) и наносимые устройства. Упомянутые выше системы могут использовать множество коммуникационных протоколов IoMT, включая WiFi, Bluetooth, ZigBee и 6LoWPAN. ZigBee – это основанная на стандартах беспроводная ячеистая сеть, широко используемая "умном городе", медицине и отслеживании активов. Разнообразие методов лечения и медицинских случаев намеренно ориентировано на различные системы мониторинга здоровья на основе WBAN. 6LoWPAN возникла из идеи, что протокол Интернета может и должен применяться даже к самым маленьким устройствам, и что маломощные устройства с ограниченными вычислительными возможностями должны иметь возможность участвовать в медицинском

Интернете вещей. Любые медицинские данные не могут быть переданы непосредственно на шлюз сети IoMT.

В результате требуется координатор для считывания уникальных сигналов, преобразования их в данные, а затем отправки их в сеть IoMT. Например, устройство для определения насыщения кислородом работает следующим образом: датчик пальца посылает данные на модуль оксиметра, который

передает данные на узел для обработки, и в конце данные собираются сетью IoMT. Датчики температуры тела и пульса могут принимать и передавать данные с помощью Bluetooth. Типичная архитектура устройств мониторинга IoMT включает в себя датчики, подключенные непосредственно к телу человека. В пользовательских решениях, например, для сбора медицинских данных с датчиков используются модули Arduino.

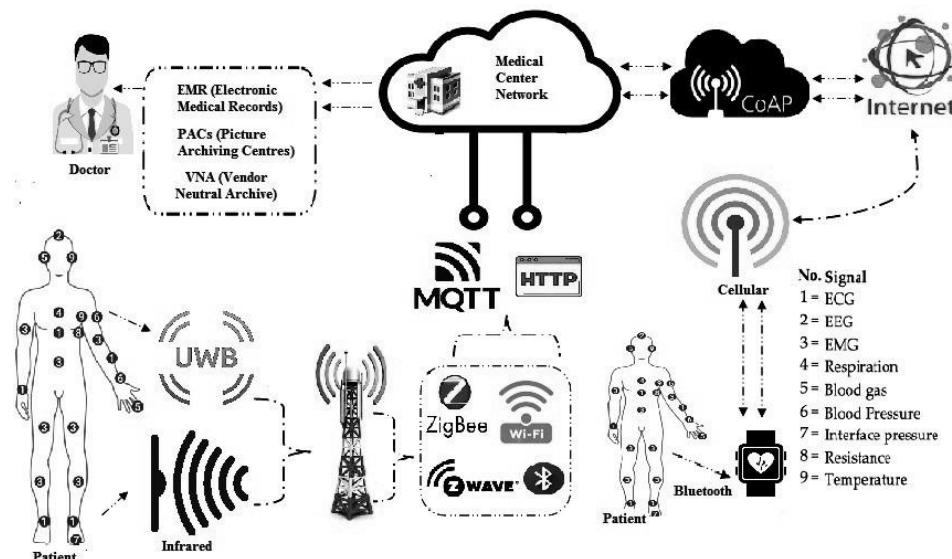


Рисунок 5. Объединение носимых медицинских датчиков в IoMT

На рисунке 5 изображен контакт между различными устройствами мониторинга, такими как носимые датчики и всасываемые. На уровне осознания (например, инфракрасном или UWB) датчики собирают информацию о теле пациента и отправляют ее на агрегатор, используя протоколы сетевого уровня (например, Z-Wave, Bluetooth или ZigBee, Wi-Fi). Затем данные передаются в сеть медицинского центра через координатора. Вышеуказанные действия могут быть выполнены с использованием таких протоколов, как Wi-Fi и ZigBee. Для некоторых медицинских приложений данные отправляются врачу через конечный компьютер или даже за пределы. Медицинский центр для удаленного мониторинга. На прикладном уровне для этих сценариев можно использовать MQTT или обычный HTTP. MQTT – это протокол связи между машинами (M2M) и медицинским Интернетом вещей (IoMT). Он был создан как легкий транспорт сообщений, который публикует и подписывается. Пациент находится вне медицинского центра и носит умные часы, которые связываются с датчиками тела через Bluetooth и отправляют медицинские данные в сеть медицинского центра через сотовую сеть.

Под влиянием медицинских носимых устройств традиционная парадигма "пациент-врач" претерпевает значительные изменения. Многие процедуры автоматизированы с помощью датчиков и компьютеров, что ускоряет диагностику и лечение, а также позволяет людям следить за своим здоровьем. Носимые устройства, связанные с Интернетом вещей, вносят здоровый

разлад в медицинскую практику, открывая новую эру цифровой медицины. Результаты, полученные нами за последнее время в области телемедицинских услуг в сфере здравоохранения в применении к носимым сенсорным устройствам. Носимые устройства в здравоохранении позволяют врачам уделять каждому пациенту все свое внимание, не уделяя ему много времени. Беспроводные системы передачи данных и оповещения отправляют сигналы тревоги в больницу или личному врачу, что позволяет сразу же принять превентивные меры в случае появления тревожных симптомов. Наконец, носимые устройства помогают в профилактике или мониторинге болезней, предоставляют информацию в реальном времени и помощь в выздоровлении, предупреждают пациентов о необходимости приема лекарств и помогают в соблюдении плана лечения.

4.7. Техническая необходимость для медицинских приложений Интернета вещей (IoMT)

Поскольку созданные на сегодняшний день системы были вынуждены полагаться на существующую инфраструктуру Интернета, технологические возможности, необходимые для поддержки потребительских медицинских приложений в Интернете, являются скромными. В этом разделе мы поговорим о технических требованиях к приложениям для охраны здоровья потребителей с точки зрения пропускной способности, задержки, доступности, защиты и степени доступа.

5. Преимущество медицинского Интернета вещей (IoMT)

IoMT также помогает контролировать, информировать и уведомлять не только больных, но и медицинских работников с помощью фактических данных, чтобы выявить проблемы до того, как они станут критическими, что позволяет проводить профилактику на ранних стадиях. Однако IoMT не призвана заменить нынешних медицинских работников; скорее, она призвана предоставить им данные, собранные с помощью датчиков, чтобы помочь им поставить более точный диагноз и составить план лечения, а также сократить неэффективность и дублирование в нынешней медицинской системе. Преимущества внедрения IoMT огромны, и, безусловно, еще больше преимуществ предстоит обнаружить по мере того, как мы будем продолжать наращивать наш опыт в этой области как отрасли [19][20].

5.1. Улучшить вовлеченность больного человека

Технология IoMT также помогает больному человеку в самоконтроле и сборе соответствующих данных; например, умный термометр может отслеживать и собирать данные прямо из дома больного, а также телемедицина [7].

5.2. Блокчейн, используемый в IoMT

Частная система управления медицинскими данными на основе блокчейна была предложена. В ней используются смарт-контракты Ethereum для контроля разрешений на доступ к данным между такими субъектами, как пациенты, больницы, врачи, исследовательские организации и другие. Разрешения, метаданные о владении записью и целостность данных - все это смарт-представления медицинской информации в смарт-контракте. Данные медицинской карты хранятся на внешнем сервере (вне блокчейна), а криптографический хэш записи хранится в блокчейне, обеспечивая целостность данных. Предлагаемая система исключает майнинг для упрощения.

5.3. Выявление потребностей больного и оказание индивидуальной помощи

IoMT предоставляет возможность проверять симптомы в индивидуальном порядке. Например, если пациент страдает диабетом, но не хочет измерять сердцебиение, гаджеты IoMT можно настроить таким образом.

5.4. Лучший опыт работы с больными

Больницы IoMT внедряются в здравоохранении для улучшения качества обслуживания пациентов. Дистанционное управление возможно с помощью приложений для медицинских центров, подключенных к IoT, которые делают физические пространства более интеллектуальными и интегрированными. Общее качество процедур, клинической деятельности и управления ресурсами улучшает впечатления пациента.

5.5. Полезно для нейро технологий

Мозговые волны и нейросигналы, повышающие настроение, могут быть считаны приборами IoMT.

В результате врачи смогут использовать их для отслеживания и мониторинга психического здоровья пациентов на расстоянии. Носимые устройства с возможностями IoMT могут отслеживать и передавать температуру и режим сна больного младенца, что позволит врачам реагировать соответствующим образом.

5.6. Сокращение ошибок

Приложения для медицинских центров с использованием IoMT облегчают врачам медицинскую практику, избегание и диагностику. Умные приложения для медицинских центров с использованием IoMT помогают свести к минимуму количество ошибок, предоставляя данные в режиме реального времени и возможность анализировать предыдущие методы лечения и диагнозы больного человека. Более того, постоянный автоматизированный мониторинг и расширенное изучение состояния больного приводит к правильному лечению без возможности ошибки.

5.7. Объективная отчетность

Нам больше не нужно полагаться исключительно на субъективные оценки больного "как он себя чувствует", поскольку устройства могут регистрировать и сообщать о фактическом поведении на уровне нервной системы; теперь у нас есть объективный показатель развития болезни и эффективности терапии больного, регистрируемый устройствами.

5.8. Устройства для гериатрического ухода

Устройства IoMT, обеспечивающие сострадание пожилым людям, - еще одно преимущество IoMT для медицинских центров. Устройства и датчики IoMT - это растущий рынок, который помогает пожилым людям дольше оставаться независимыми.

5.9. Запись местной деятельности

Записывающие возможности устройства позволяют нам получать данные, к которым мы никогда раньше не имели доступа. Эта информация значительно улучшит наше понимание того, как эти хронические функционирования заболеваний. И если у нас будет большее понимание болезни, мы, безусловно, улучшим наши стратегии профилактики и лечения.

5.10. Улучшить управление заболеваниями

Предлагая повсеместные системы управления, которые можно использовать для управления заболеваниями, приложение IoMT для медицинских центров помогает устранить необходимость в медицинском работнике. Кроме того, легкодоступные датчики и шлюзы анализируют данные и по беспроводной связи передавать их медицинским работникам, расширяя охват систем управления заболеваниями.

5.11. Точная медицина

Улучшенная терапия с меньшим количеством нежелательных побочных эффектов возможна благодаря целенаправленной стимуляции, подобранной специально для данного человека. Когда вы принимаете таблетку, она обычно каким-то образом метаболизируется и затем распространяется по организму системно, независимо от цели.

6. Вызовы ИОМТ

Чтобы технологии ИОМТ работали должным образом, необходимо собирать соответствующие данные. На самом деле, как и технологии ИОТ в целом, ИОМТ не работает должным образом без правильных данных. Это неудивительно, учитывая, что одним из ключевых преимуществ этой технологии является помощь в принятии решений. Необходима возможность сбора, обработки и использования данных от медицинских устройств ИОМТ. Для этого необходимо не только установить маяк для сбора данных, но и установить устройство для их преобразования в факты, которые медицинские работники смогут использовать для принятия решений. Критическим фактором успеха для любой технологии ИОМТ является безопасность. Это относится не только к безопасности пациентов, что очень важно. Медицинские данные являются чрезвычайно конфиденциальными, поэтому пользователи должны быть уверены в безопасности своей информации. Это способствует укреплению доверия, что является важнейшим качеством, которое должны обеспечить устройства ИОМТ. Преимущества сопровождаются проблемами. Проблемы ИОМТ обсуждаются в этом сегменте [20][21].

6.1. Безопасность

В целом, Интернет вещей подразумевает работу с огромным количеством данных, поступающих от датчиков. Когда речь идет об ИОТ в медицинских устройствах, эти данные часто являются очень чувствительными, включая информацию о состоянии больного человека и его местонахождении, специфике лечения и т. д. Вычислительная мощность сенсорного узла крайне недостаточна. В результате обычные технологии безопасности и шифрования оказываются неэффективными в таких ситуациях. Поэтому мы должны разработать алгоритм шифрования, соответствующий возможностям сенсорного узла, и это требует особого внимания к надлежащей безопасности и практическим методам борьбы с возможными кибератаками на месте.

6.2. Связь

Любая система ИОМТ, которая должна бесконечно обрабатывать данные в реальном времени, нуждается в надежной и бесперебойной связи. Стоимость нехватки гораздо выше в ИОМТ, чем, скажем, в устройстве "умного дома". В связи с этим разработка аппаратного и программного обеспечения медицинских устройств требует особого внимания и должна решить проблему подключения.

6.3. Операционная совместимость данных

Данные, собранные с помощью различных устройств ИОМТ, бесполезны, если их нельзя сопоставить и вычислить для получения значимых и клинически значимых результатов. Чтобы в полной мере использовать потенциальные преимущества ИОМТ, необходимо, чтобы все устройства ИОМТ были совместимы друг с другом и позволяли передавать данные всем пользователям технологии, включая поставщиков и плателльщиков.

6.4. Полнота данных и сжатие данных

Узлы в ИОМТ иногда должны будут осуществлять мониторинг 24 часа в сутки, собирая огромное количество данных, которые должны храниться с использованием алгоритма сжатия для уменьшения объема хранения и передачи. Традиционные алгоритмы сжатия данных, с другой стороны, непомерно дороги для сенсорных узлов. Кроме того, алгоритмы сжатия не могут потерять исходные данные. В противном случае система может неправильно диагностировать состояние больного человека.

6.5. Высокие затраты на инфраструктуру

Хотя долгосрочной целью ИОМТ является снижение общих расходов на здравоохранение, затраты на развитие ИТ-инфраструктуры здравоохранения огромны. Первоначальные инвестиции высоки из-за стоимости оборудования, выделенной ИТ-инфраструктуры ИОМТ, облачных вычислений и разработки приложения, ориентированного на потребителя. Несмотря на то, что потенциальная отдача от инвестиций является весьма значительной, высокие затраты на инфраструктуру служат препятствием для развития ИОМТ.

6.6. Проблема стандартизации

Количество поставщиков и производителей медицинских устройств, стремящихся достичь масштабируемости и сократить время вывода своего продукта на рынок, делает стандартизацию устройств ИОМТ проблемой. Отсутствие стандартизации влияет на совместимость медицинских устройств, снижая общую эффективность ИОМТ.

Заключение

Современные достижения в области носимых и встраиваемых технологий отслеживания состояния здоровья способны кардинально изменить будущее медицинских учреждений, позволяя осуществлять мониторинг пациентов в любом месте. Интернет медицинских вещей (ИОМТ) - это сеть датчиков, носимых устройств, медицинских приборов и клинических систем, которые все связаны друг с другом. Это позволяет различным медицинским приложениям снижать расходы на здравоохранение, обеспечивать оперативное реагирование на чрезвычайные ситуации и улучшать качество медицинского обслуживания. Интернет медицинских материалов может функционировать как медицинский дворецкий; люди могут попросить дворецкого о чем-то, что является человеко-машинной коммуникацией; машина может отправить что-то, обычно данные, другой машине, и другая машина может ответить на это, что является межмашинной коммуникацией, и машина может отправить что-то, обычно данные, другой машине, которая является межмашинной общением. Платформа ИОМТ также должна обеспечивать платформы обмена данными для сторонних приложений. В этой статье мы проводим целостный анализ медицинского Интернета вещей. Мы также обсудили некоторые аспекты медицинского интернета вещей (ИОМТ) и архитектуры ИОМТ, а также их приложения, преимущества ИОМТ. Платформы, основанные на ИОМТ,

могут расширить возможности пациентов, поскольку они начинают самостоятельно осознавать состояние своего здоровья. IoMT преобразует индустрию здравоохранения, обеспечивая бесперебойную передачу

медицинских данных и предоставляя индивидуальную медицину.

Список литературы:

1. Биофермин. – URL: <https://biofourmis.com/>
2. Веда о здоровье. – URL: <https://vheda.com/company/>
3. Выпуск 3, страницы 25-42, март 2021 г., DOI: 10.1617/vol8/iss3/pid8502.
4. Данг Л.М.; Пара М.Дж.; Хан Д.; Мин К.; Мун Х. Обзор Интернета вещей и облачных вычислений для Здравоохранения. Электроника, 8, 768, 2019.
5. Дэш С.П. Влияние Интернета вещей в здравоохранении: глобальные технологические изменения и дорожная карта сетевой архитектуры
6. Журнал HIPAA. 87% организаций здравоохранения будут Внедрите технологию Интернета вещей к 2019 году. Доступный: 20 ноября 2017.
7. Информация. Руководство по инфографике Интернета вещей. Дата обращения: 13 октября 2017 г.
8. ИЦ «Сколково». В Центре инноваций и Интернета вещей в здравоохранении в «Сколково» открылись пять новых терапевтических зон. 23.12.2020. – URL: <https://sk.ru/news/v-centre-innovaci-i-investitsiy-ternata-veschey-v-zdravko-voohranenii-v-skolkovo-otkrytli-py-at-novyh-terapevticheskikh-zon/>.
9. Келли ДжейМонт и др. “Интернет вещей: воздействие и последствия для оказания медицинской помощи”. Журнал медицинских интернет-исследований, том 22,11 е20135. 10ноября 2020 г., doi: 10.2196/20135.
10. Крепкое здоровье. – URL: <https://spryhealth.com/>
11. Мевия. – URL: <https://www.mevia.se/>
12. Нихат Ахтар, Юсуф Первей, “Интернет нанотехнологий” (IoNT) Существующее состояние и перспективы на будущее”, GSC Advanced Research and Reviews (GSCARR), Том 5, выпуск 2, Страницы 131-150, 2020, DOI: 10.30574/gscarr.2020.5.2.0110
13. Роман Ричард А.А.; Садман М.Ф.; Мим, У.Х.; Рахман, И.; Рахман Зишан М.С. Система мониторинга здоровья пожилых людей и инвалидов; IEEE: Piscataway, Нью-Джерси, США, 2019; стр. 677-681.
14. Татхагата Адхикари, Амрита ДебДжана, Ариндам Чакрабартти и Сайкат Кумар Джана. “Интернет из расширение возможностей интернета вещей в здравоохранении: аналитика приложений”, на Международной конференции по интеллектуальным Вычислительные и коммуникационные технологии, страницы 576– 583. Спрингер, 2019.
15. ФироджПарвейдж, НихатАхтар, Юсуф Первей, “Ан Эмпирический анализ WebofThings (WoT)”, Международный журнал передовых исследований в области компьютерных технологий. Наука, Том 10, № 3, страницы 32-40, 2019, DOI: 10.26483/ijarcs.v10i3.6434.
16. Хатун А.: Основанная на блокчейне система смарт-контрактов для управления здравоохранением. Электроника 9, 94, 2020 Аль-Тумвью. – URL: <https://altumview.ca/>
17. Э. Парк, Ю. Чо, Дж. Хан и С., “Всеобъемлющий подходы к восприятию пользователями Интернета вещей в среде умного дома”, IEEE InternetThings J., vol. 4, № 6, стр. 2342 - 2350, декабрь 2017 г.
18. Юсуф Перведж, Махмуд Ахмед Аbugали, Бедин Керим и Хани Али Махмуд Харб. “Расширенный Обзор Интернета вещей (IoT) и его многообещающих возможностей Приложения”, f Сообщения по прикладной электронике (CAE), Нью-Йорк, США, Том 9, номер 26, Страницы 8 – 22 февраля 2019 г., DOI: 10.5120/cae2019652812.
19. Юсуф Первей, Маджзуб К. Омер, Усама Э. Шета, Хани Али М. Харб, Мохмед С. Адريس, “Будущее Интернета вещей (IoT) и его расширяющих возможностей технологий”, Международный журнал инженерных наук и Вычислительная техника (IJESC), Том 9, выпуск № 3, Страницы 20192 – 20203, март 2019.
20. Юсуф Первей, ФайязАхмад, МохаммадЗуннун Хан, НихатАхтар, “Эмпирическое исследование текущего состояния Интернета мультимедийных вещей (IoMT)”, Международный журнал инженерных исследований в Компьютерные науки и инженерия (IJERCSE), ISSN (Онлайн) 2394-2320, Том 8, выпуск 3, страницы 25-42, март 2021 г. DOI: 10.1617/vol8/iss3/pid85026 .
21. Юсуф Первой, Фаяз Ахмад, МохаммадЗуннун Хан, НихатАхтар, “Эмпирическое исследование по Текущее состояние Интернета мультимедийных вещей (IoMT)”, Международный журнал инженерных исследований в Компьютерные науки и инженерия (IJERCSE), Объем 8, Выпуск 3, страницы 25-42, март 2021 г., DOI:10.1617/том 8/isf3/pid85026.