

ОБЗОР МЕДИЦИНСКИХ ПРИЛОЖЕНИЙ, УСТРОЙСТВ И ТЕХНОЛОГИЙ СВЯЗИ ИНТЕРНЕТА ВЕЩЕЙ

С. Ю. Фокин¹, Р. В. Киричек^{1*}

¹ СПбГУТ, Санкт-Петербург, 193232, Российская Федерация

* Адрес для переписки: kirichek@sut.ru

Аннотация

Предмет исследования. Статья посвящена обзору медицинских приложений, устройств и технологий связи Интернета Вещей. **Метод.** В качестве метода исследования приводится анализ существующих медицинских устройств и приложений, а также технологий связи, используемых в мобильном здравоохранении. **Основные результаты.** В ходе обзора были оценены текущие развитие и перспективы рынка устройств и приложений в сфере мобильного здравоохранения. **Практическая значимость.** В данном обзоре производится анализ технологических возможностей мобильных медицинских устройств, а также воздействие этих устройств на пользователей.

Ключевые слова

мобильное здравоохранение, mHealth, устройства mHealth, приложения mHealth, Bluetooth LE, Wi-Fi, ZigBee, ANT+, 3G, 4G LTE, GPS, NFC.

Информация о статье

УДК 004.77

Язык статьи – русский.

Поступила в редакцию 05.09.16, принята к печати 25.11.16.

Ссылка для цитирования: Фокин С. Ю., Киричек Р. В. Обзор медицинских приложений, устройств и технологий связи Интернета Вещей // Информационные технологии и телекоммуникации. 2016. Том 4. № 4. С. 67–80.

OVERVIEW OF MEDICAL APPLICATIONS, DEVICES AND COMMUNICATION TECHNOLOGIES THE INTERNET OF THINGS

S. Fokin¹, R. Kirichek^{1*}

¹ SPbSUT, St. Petersburg, 193232, Russian Federation

* Corresponding author: kirichek@sut.ru

Abstract—Research subject. The article is devoted to the review of medical applications, devices and technologies of Internet communication Things. **Method.** As a research method, an analysis is made of existing medical devices and applications, as well as communication technologies used in mobile healthcare. **Core results.** During the review, the current development and prospects of the mobile devices and applications market were evaluated. **Practical relevance.** This review analyzes the technological capabilities of mobile medical devices, as well as the impact of these devices on users.

Keywords—Mobile healthcare, mHealth, mHealth devices, mHealth applications, Bluetooth LE, Wi-Fi, ZigBee, ANT +, 3G, 4G LTE, GPS, NFC.

Article info

Article in Russian.

Received 05.09.16, accepted 25.11.16.

For citation: Fokin S., Kirichek R.: Overview of Medical Applications, Devices and Communication Technologies the INTERNET of Things // Telecom IT. 2016. Vol. 4. Iss. 4. pp. 67–80 (in Russian).

Введение

Активное внедрение информационных технологий в сферу здравоохранения привело к кардинальному изменению качества жизни людей. В настоящее время все острее ощущается проблема возрастающих затрат на здравоохранение не только в России, но и во всем мире. В связи с этим, стало жизненно необходимым применение недорогих и эффективных решений по охране здоровья. Все эти условия способствовали развитию особого вида охраны здоровья – мобильного здравоохранения (*mHealth*) [1].

Принцип мобильного здравоохранения заключается в использовании различных мобильных устройств для диагностики заболеваний и оценки физического состояния человека. Портативные устройства могут анализировать поступающие данные, а также взаимодействовать с пользователем и окружающей его средой.

В сравнении с традиционными методами предоставления лечебно-профилактических услуг мобильное здравоохранение имеет ряд преимуществ т. к. обеспечивает удобный доступ к информации и услугам с применением портативных устройств в режиме реального времени.

При нарушениях здоровья mHealth помогает пользователю оказать себе необходимую помощь, а также создает возможности для лучшей координации лечения. К тому же, является ключевым благоприятствующим фактором для предоставления удаленных услуг здравоохранения и развития методов укрепления здоровья¹.

В последние несколько лет значительно возросло число мобильных приложений для поддержания физической формы и здоровья. Прогнозируется, что к концу 2017 году среди мобильных приложений для здоровья будут преобладать устройства для мониторинга (примерно 65 %), в первую очередь для поддержки самостоятельного проживания в пожилом возрасте, управления хроническими заболеваниями и услуг оказания помощи после острых состояний. Также ожидается, что в число ключевых услуг на рынке мобильного здравоохранения будут входить диагностические методы и службы укрепления системы здраво-

¹ National eHealth Strategy Toolkit. URL: <http://www.who.int/ehealth/publications/overview.pdf>

охранения. С помощью мобильных технологий будет расширен доступ к непрерывному медицинскому образованию и повышению квалификации медицинских приложений.

По степени влияния на человека можно выделить три направления mHealth – фитнес, медицина и диагностика.

Наиболее популярным является направление фитнеса. Объединяя лучшие стороны на стыке фитнеса и медицины, сейчас набирает популярность диагностическое направление.

Устройства mHealth

Рынок «умных» медицинских устройств с каждым годом становится все разнообразнее по ассортименту и все больше по объему. Разрабатывая новые устройства, производители стараются улучшить их, добавляя в них дополнительные функции, что приводит к производству multifunctional устройств. Благодаря такому прогрессу становится все сложнее отнести подобные устройства к какой-то определенной категории.

С помощью таких устройств пользователь имеет возможность производить мониторинг своего физического состояния, а в случае необходимости – отправлять полученные данные врачу² [2, 3].

Повсеместное распространение концепции Интернета Вещей предполагает подключение медицинских устройств к сети Интернет для отправки данных на облачные сервера [4, 5, 6].

Ниже будут представлены «умные» медицинские устройства, условно разделенные на категории:

Фитнес-трекеры. Фитнес-трекер представляет собой носимый гаджет компактного размера, предназначенный для контроля физической активности человека (рис. 1). В настоящее время производством таких устройств занимается большое количество производителей электроники такие как: Jawbone, Garmin, Fitbit, Misfit и другие.



Рис. 1. Схема мониторинга физического состояния пациента

² mHealth: New Horizons for Health Through Mobile Technologies: Second Global Survey on eHealth. URL: http://www.who.int/goe/publications/goe_mhealth_web.pdf

Основной задачей фитнес-трекера является мотивация своего владельца на активную деятельность и контроль получаемой нагрузки. Для выполнения поставленных задач в подобных устройствах установлены датчики, фиксирующие данные пульса, количества пройденных шагов, затраченных калорий, уровня стресса, качества сна, скорости перемещения и длины пройденного расстояния.

Полученная информация может передаваться на смартфон или компьютер, а использование специально разработанного приложения позволит произвести расчеты активности человека, изменение показателей здоровья и при необходимости даст рекомендации для успешного достижения поставленной пользователем цели.

Наиболее распространённой формой фитнес-трекеров является браслет. Но существуют модели в виде клипс, очков и даже наушников.

Существуют трекеры, способные сами распознать, что человек лег спать и те, которым нужно об этом сообщать, нажав соответствующую кнопку. Самые «умные» из трекеров умеют определять в глубокой или легкой фазе сна находится человек и корректируют срабатывание будильника именно на легкую фазу, когда человека легче разбудить.

Часы. Большинство умных часов может функционировать как в связке со смартфоном, так и отдельно от него, как самостоятельное устройство. В качестве операционной системы чаще всего используется Android Wear, watchOS и Tizen.

Android Wear разработана компанией Google и используется в смарт-часах таких производителей, как: Motorola, Sony, LG, Asus, Huawei. Ранние версии операционной системы могли работать только с Android-смартфонами. С 2015 года в Android Wear появилась поддержка Apple iPhone. Важные отличия у часов на Android Wear касаются только ёмкости батареи, дизайна и размера экрана. У всех производителей часов на Android Wear интерфейс выглядит одинаково.

Tizen OS используется только в смарт-часах компании Samsung. Другие производители смарт-часов данную операционную систему не используют.

WatchOS разработана компанией Apple и используется только в смарт-часах компании. Смарт-часы совместимы только с iPhone.

Смарт-часы Pebble с установленной на них одноименной операционной системой не привязаны к какой-то одной мобильной платформе, а потому работают и со смартфонами на Android, Windows и Apple iPhone.

Одежда и обувь. Рынок «умной одежды» бурно развивается, на нем работают сотни компаний из сферы фитнеса и медицины. Рынок медицинской «умной одежды» достигнет \$843 млн к 2021 г.³

Умная одежда – одежда, интернирующая с современными информационными технологиями. В данный момент, умная одежда находит широкое применение в таких сферах, как медицина, спорт, военная сфера.

Умная одежда способна помочь людям, имеющим физиологические отклонения или заболевания, также позволяет следить за состоянием людей, работающих с опасными веществами. Такая одежда позволяет производить контроль основных жизненных показателей таких как частота пульса, частота дыхания,

³ mHealth App Developer Economics. URL: <http://research2guidance.com/r2g/r2g-mHealth-App-Developer-Economics-2016.pdf>

температура тела и др. Умная одежда позволяет удаленно производить анализы и осуществлять дистанционное медицинское консультирование.

К тому же, умная одежда способна помочь выжить в экстремальных условиях. С её помощью возможно отслеживать состояние человека и его местоположение, проводить контроль уровня усталости водителя или лётчика.

Рынок умной обуви только зарождается, но уже имеет огромный потенциал. По прогнозам, в 2021 г. объём поставок умной обуви достигнет 6 миллионов. По итогам 2016 г. этот показатель составил 0,3 миллиона⁴. Датчики, встроенные в «умные» носки, стельку для обуви или саму обувь, помогут отслеживать целый ряд важных параметров. Благодаря этому, посещение врачей пациентами может быть сведено к минимуму.

Мониторинг с использованием умных носков и обуви используется для людей всех возрастных категорий, например:

– «умные» носки Owlet, разработанные для родителей детей, могут отслеживать частоту сердцебиения ребёнка, температуру кожи, уровень кислорода и то, как он спит.

– «умные» стельки SmartSole со встроенными датчиками GPS помогут передать местоположение человека его родственникам. Эти стельки незаменимы для пациентов, страдающих рассеянным склерозом.

– канадские разработчики создали стельки с датчиками Orpyx. Эти стельки разработаны для людей страдающих периферической невропатией (осложнением диабета), которое приводит к нарушению чувствительности в конечностях. Задача стелек – оповестить лечащих врачей об избыточном давлении на стопу т. к. такое давление приводит к повреждениям конечностей, а их лечение у диабетиков крайне затруднительно.

Слуховые аппараты. Компания Oticon, являющаяся одним из лидеров на рынке технологий слуховых протезов, разработала первый в мире слуховой аппарат, подключённый к Интернету [4] – Oticon Opn. С помощью нескольких технологических новшеств Oticon Opn позволяет сделать жизнь людей с нарушениями слуха более комфортной.

Хоть это и не первый подключающийся к iOS или Android смартфонам для управления аудио потоком слуховой аппарат, но зато первый, с возможностью подключаться к другим устройствам в Интернете – детекторам дыма, умным звонкам, и радионяням, чтобы пользователь смог лучше услышать важные оповещения. Таким образом, создается целая сеть устройств Интернета вещей, между которыми можно прописывать сценарии взаимодействия, например, сбор данных с натальных сетей с использованием БПЛА [7].

Oticon Opn имеет малый физический размер, высокие показатели автономности работы, снабжена выходом в Интернет и использует систему связи TwinLink, позволяющую получать звуковые сигналы в оба уха. Opn подключен к сервису IFTTT, способному связать множество действий на компьютерах и других устройствах с веб-сервисами. В ответ на произошедшие события пользователь может создавать алгоритмы для запуска определенных действий. При звонке в дверь умный дверного звонка отправит звуковое оповещение на слухо-

⁴ Там же.

вой аппарат. Можно настроить текстовое оповещение членов семьи, когда слуховой аппарат разряжен. Утром, при включении слухового можно настроить автоматическое включение света и кофеварки.

Также, для Oticon Opn существует приложение Oticon ON App для переключения программ слухового аппарата, проверки уровня заряда батареи и регулировки уровня громкости одним касанием пальца. Ещё одним плюсом приложения является наличие функции «найти мой слуховой аппарат», в случае, если слуховой аппарат потерялся.

Oticon Opn поддерживает работу с устройствами на операционной системе iOS iOS 9.3 и старше, а также с Apple Watch.

Глюкометры. Устройства непрерывного мониторинга глюкозы, избавляющие от ежедневной процедуры прокола пальца диабетиков, набирают большую популярность и становятся удобнее для пользователей.

Давно работающая на рынке устройств для диабетиков компания Dexcom, разработала свою систему непрерывного мониторинга уровня сахара в крови Dexcom G5 Mobile. Система использует носимый на теле человека датчик малых размеров, производящий измерения и беспроводным образом транслирующий данные в смартфон. Благодаря этому, пользователь избавился от необходимости дополнительно носить с собой отдельное принимающее устройство.

G5 Mobile поддерживает работу с Apple Watch, iPhone и устройствами работающими на Android и Android Wear.

Тонометры. Тонометр является обязательным средством для профилактики и лечения артериальной гипертензии. Не так давно тонометры научились запоминать результаты прошлых измерений и представлять их в виде списков и таблиц. Но настала очередь приборов, способных синхронизировать данные с приложениями и облачными сервисами для создания понятных пользователю отчетов.

Автоматические тонометры можно разделить на тонометры с манжетой на плечо и тонометры с манжетой на запястье. Оптимальными для самостоятельного измерения артериального давления, с точки зрения надежности получаемых результатов, являются автоматические осциллометрические аппараты с плечевой манжетой.

Ингаляторы. Умный ингалятор представляет собой обычный ингалятор способный пассивно отслеживать и беспроводным путем передавать данные об использовании лекарства с помощью, встроенной в него электроники. В него встроен сенсор, фиксирующий время и дату применения лекарства. Эти данные сохраняются во встроенной памяти ингалятора и с помощью Bluetooth [8] способны передаваться на другие устройства.

Используя эксклюзивные для каждого ингалятора приложения, обратную связь с помощью Email или текстовых сообщений, пациенты имеют возможность подробно узнавать о своей болезни и о том, как правильно с ней бороться. В свою очередь, врачи могут идентифицировать пациентов, более нуждающихся в помощи для контроля заболевания.

Согласно данным Adherium, использование умного ингалятора повысило долю принимающих лекарства детей с астмой – на 180 %, а взрослых пациентов на 59 %.

На данный момент, выпуском таких устройств занимаются такие компании, как 3M, Propeller Health, H&T Presspart и Cohero Health.

Весы. «Умные» весы – весы, взаимодействующие с приложением на смартфоне и отправляющие ему результаты измерений. Приложение построит график изменений веса, вычислит индекс массы тела и другие важные показатели, даст совет о том, что съесть на завтрак для достижения идеальной формы.

Приложения

Большинство производителей оснащают свои устройства программами, способными получать, хранить и обрабатывать данные (подсчитывать прогресс от активности, строить графики и т. д.) [1]. Но приложения разных производителей отличаются друг от друга как своим индивидуальным дизайном и функциональностью, так и поставленными перед ними задачами⁵, например:

Google Fit – приложение для смартфонов и устройств, работающих на Android Wear. Программа ведет сбор статистики о передвижениях, активности, пройденных шагах и отображает все полученные данные в виде простых и понятных всем графиков. Чтобы данные учитывались верно, программа определяет какой именно активностью занимается человек. Приложение совместимо с Android Wear, Runkeeper, Nike+, MyFitnessPal, Lifesum, Basis, Sleep as Android, и Xiaomi Mi.

Apple Health. Как и Google Fit, Apple Health является не просто приложением для измерения активности человека, а целой системой по сбору и анализу данных.

Runtastic. Приложение анализирует различные кардио тренировки такие как ходьба, бег, велопробег, походы и многие другие виды спорта и фитнеса. С точностью отслеживает такие параметры, как время, дистанция, перепад высоты, потраченные калории и многие другие важные аспекты тренировки. Анализ данных поможет улучшить показатели, прийти в тонус, похудеть и быстрее достичь успеха.

Runtastic позволяет:

- следить за пробегом своих кроссовок;
- выбирать, сохранять и просматривать свои маршруты;
- отображать избранные параметры тренировки;
- показывать изменение показателей, включая темп, высоту и уклон в виде цветного маршрута;
- синхронизировать активность Google Fit и MyFitnessPal;
- управлять приложением с помощью Android Wear.

Under Armour – многофункциональное приложение - социальная сеть, в которой пользователь может подписаться на других пользователей, занимающихся спортом, публиковать свои тренировки, текстовые посты, а также делиться фотографиями и видео своих достижений. Приложение поможет выбрать вид спорта, которым пользователь хочет заниматься и людей, которые могли бы быть ему интересны. В приложении есть возможность выбора своего спортивного устройства. Если в списке устройств пользователь не может обнаружить своего, то можно запустить приложение на смартфоне и заниматься вместе с ним.

Помимо анализа данных тренировок и ежедневной активности Under Armour позволяет делать перекрестные сравнения данных, например, количества и качества сна и тренировок, количества шагов и изменений веса, а также другие комбинации.

⁵ Google Play. HEALTH AND FITNESS. URL: https://play.google.com/store/apps/category/HEALTH_AND_FITNESS

GlassesOff – игра, целью которой является улучшение зрения пользователя и призвана натренировать нейропластичность мозга, то есть способность мозга распознавать и трактовать различные цветные пятна, затем складывая их в целостную картинку. По окончании каждой игры появляется отчет о том, насколько улучшилось зрение.

Sleep Better – умный будильник. Программа способна подсчитать оптимальное время для сна, на протяжении ночи отслеживать его фазы, а, чтобы пробуждение не оказалось вредным для здоровья – разбудит пользователя в самый благоприятный момент. К тому же, *Sleep Better* позволяет вести дневник сна, чтобы выявить закономерности: от чего зависит плохой или хороший сон.

Lifesum – специальная программа, направленная на информирование пользователя о употребляемых им в пищу продуктах с целью улучшения его здоровья. Отличием *Lifesum* от подобных приложений является то, что нет необходимости вручную вносить данные т. к. можно отсканировать штрих-код на упаковке продукта для получения всей необходимой информации, которая автоматически сохранится в приложении.

Petralex – созданное специалистами в области обработки звука приложение для коррекции слуха. Оно учитывает окружающую звуковую обстановку и самостоятельно настраивается под слух пользователя. Настраиваться приложение будет не более трёх минут, после чего пользователь сможет использовать свой смартфон с гарнитурой в качестве полноценного слухового аппарата с функцией усиления звука и компрессией.

С помощью приложения слабослышащие люди смогут слышать все звуки окружающей их обстановки. Будут усилены только необходимые человеку частоты, а автоматическая компрессия поможет предохранить слух от очень громких звуков. Для просмотра телевизора необходимо настроить телевизор на комфортную для окружающих громкость, запустить приложение на смартфоне, добавить новый профиль и провести тестирование в комнате с работающим телевизором. При следующем просмотре телевизора нужно будет просто включить этот профиль заново.

Стоит заметить, что приложение не является слуховым аппаратом, его можно лишь использовать для улучшения разборчивости речи в разных условиях акустической среды. Тестирование приложения проводилось пациентами, страдающими сенсоневральной тугоухостью, с нарушениями слуха 1, 2 степеней.

Виды взаимодействия различных типов Интернет Вещей

Согласно Рекомендации МСЭ-Т Y.4000 (Y.2060) возможны следующие сценарии (рис. 2) обмена данными между устройствами в Интернете Вещей^{6,7}:

1. Обмен данными с использованием сети связи через шлюз (сценарий а);
2. Обмен данными с использованием сети связи без шлюза (сценарий б);
3. Обмен данными напрямую, т. е. без использования сети связи (сценарий в);
4. Сочетание сценариев а и в;
5. Сочетание сценариев б и в.

⁶ Google Play. HEALTH AND FITNESS. URL: https://play.google.com/store/apps/category/HEALTH_AND_FITNESS.

⁷ Recommendation ITU-T. Y.4000/Y.2060. Overview of the Internet of things. 2012.

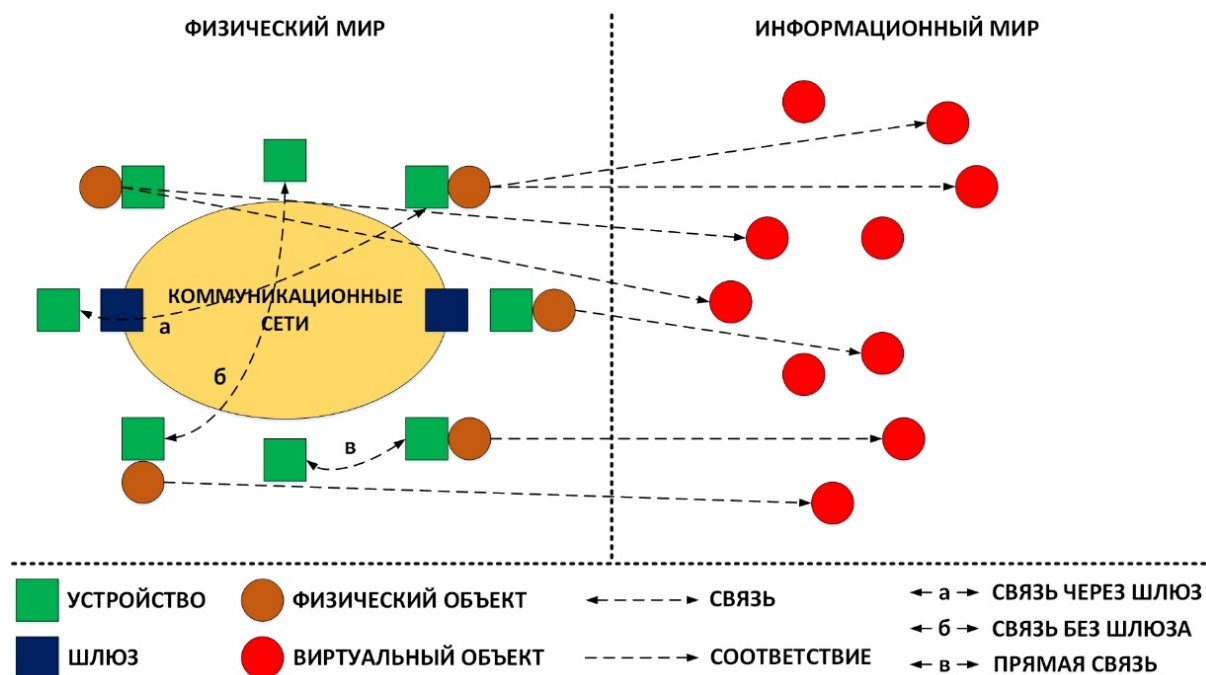


Рис. 2. Виды взаимодействия Интернет Вещей согласно Рекомендации МСЭ-Т Y.4000 (Y.2060)

Следует отметить тот факт, что, хотя на данной схеме показаны взаимодействия между объектами физического мира (обмен данными между устройствами), они также происходят и в информационном мире (взаимодействие виртуальных вещей), а также между физическим и информационным миром.

Согласно приведенной схеме в следующем разделе будут рассмотрены технологии связи, которые используются для медицинских устройств.

Технологии связи, используемые в устройствах медицинского назначения

Как правило, выбор сетевой технологии во многом зависит от зоны покрытия. Когда данные необходимо передать на короткое расстояние (например, в пределах комнаты), устройства могут использовать персональную сеть (*Personal Area Network, PAN*), представленную такими технологиями беспроводной передачи данных, как BLE (*Bluetooth Low Energy*), ZigBee, 6LoWPAN, а также проводной интерфейс USB. Если речь идет о передаче данных на относительно большое расстояние (например, в офисе), можно задействовать локальную сеть (*Local Area Network, LAN*). Проводные локальные сети в большинстве случаев строятся на базе технологии Ethernet и оптоволокна, а беспроводные – на базе технологии Wi-Fi. Для организации Глобальной сети (*Wide Area Network, WAN*) используются технологии WiMax, LTE и др. [9]. В последние два года появились технологии связи для подключения устройств с низким энергопотреблением к глобальной сети – LPWAN [10].

Скорость передачи данных и потребление энергии являются ключевыми факторами при выборе сетевой технологии для конкретного случая. 4G (LTE, LTE-Advanced) наиболее подходит для тех устройств, которые обмениваются боль-

шими объемами данных. BLE, ZigBee, Z-Wave применяются в устройствах с ограниченным объемом энергии и предполагают использование шлюза для инкапсуляции данных и отправки в IP-сеть [4]. Ниже подробнее описаны эти технологии связи:

Технология Bluetooth LE. Bluetooth – это беспроводная технология передачи данных обеспечивающая передачу данных на небольших расстояниях между устройствами, поддерживающими эту технологию. Bluetooth позволяет общаться таким устройствам тогда, когда они находятся в радиусе до 10 метров друг от друга.

Существенным достоинством Bluetooth LE является низкое энергопотребление и энергопотребление в режиме сна, сверхмалое пиковое энергопотребление. Использующие Bluetooth LE устройства потребляют меньше энергии по сравнению с Bluetooth-устройствами предыдущих поколений. Для комфортного использования в областях домашних развлечений, здравоохранения и охранных систем эта версия Bluetooth даёт поддержку широкого диапазона приложений и позволяет уменьшить размер конечного устройства.

Технология Wi-Fi. Wireless LAN стандарта WiFi 802.11 разрабатывалась для предоставления беспроводного широкополосного доступа к сетям передачи данных на высоких скоростях.

С помощью Wi-Fi можно развернуть сеть без прокладки кабеля, иметь доступ к сети мобильным устройствам. В пределах Wi-Fi зоны в сеть Интернет могут выходить несколько пользователей с компьютеров, ноутбуков, планшетов, телефонов и т. д.

Технология ZigBee (6LoWPAN). ZigBee – технология, основанная на стандарте IEEE 802.15.4 и предназначенная для создания беспроводных персональных сетей (WPAN) с использованием маломощных радиопередатчиков малых размеров. Технология ZigBee нацелена на приложения, которые нуждаются в большем времени автономной работы от батареи и большей безопасности, при передаче данных на небольших скоростях [11, 12].

ZigBee используется в устройствах медицинской диагностики пациента, медицинском оборудовании и биодатчиках и для мониторинг состояния спортсмена, а максимальная скорость передачи данных составляет 250 кб/с.

Устройства ZigBee могут переходить от спящего режима работы к активному за 15 миллисекунд или меньше, что значительно меньше в сравнении с технологией Bluetooth, для которой задержка при переходе от спящего к активному режиму достигает около 3-х секунд.

Технология ANT+. ANT+ является стандартом беспроводной связи, назначение которого передача информации между устройствами с поддержкой ANT+ [13]. Использует ту же частоту, что и Bluetooth. Дальность связи до 30 метров. Поддержка реализуется в устройствах благодаря использованию специального чипа, позволяющего передавать между устройствами информацию.

Альянс, занимавшийся разработкой этого стандарта, выбрал для внедрения нишу домашнего пользования и медицины. В альянс входят компании Philips, Samsung, Sony, HbbTV, France Televisions и др.

Основным преимуществом этого стандарта является энергосбережение, т. к. подключение по ANT+ на 70 % менее энергоёмкое, чем по Bluetooth.

Технология GPS. Система глобального позиционирования (*Global Positioning System*) – система спутниковой навигации, обеспечивающая измерение расстояния и времени и определяющая местоположение во всемирной системе координат WGS 84. Технология GPS позволяет определять местоположение и скорость объектов почти при любой погоде, в любом месте Земли и околоземном космическом пространстве. Основным принципом использования системы является определение местоположения путём измерения моментов времени приёма синхронизированного сигнала от навигационных спутников антенной потребителя.

Технология 3G/4G LTE. 3G – третье поколение технологии мобильной связи. Является набором услуг, объединяющим как технологию связи, создающую канал передачи данных, так и высокоскоростной мобильный доступ с услугами сети Интернет. Под этим термином подразумевается технология UMTS с надстройкой HSPA.

Связь 3G строится на основе пакетной передачи. Сети 3G работают на границе дециметрового и сантиметрового диапазона, в основном, в диапазоне около 2 ГГц, и передает данные со скоростью до 3,6 Мбит/с.

4G LTE – четвертое поколение технологии мобильной связи. Является стандартом высокоскоростной беспроводной передачи данных для мобильных и других устройств, работающих с данными.

LTE является стандартом беспроводной передачи данных и развитием стандартов GSM/UMTS. Целью LTE было увеличение скорости и пропускной способности с использованием нового метода модуляции и метода цифровой обработки сигналов, а также реконструировать и упростить архитектуру сетей, основанных на IP, при этом, значительно уменьшив задержки при передаче данных по сравнению с архитектурой 3G сетей. Беспроводной интерфейс LTE должен работать на отдельной частоте, т. к. является несовместимым с 2G и 3G.

Спецификация LTE позволяет обеспечить скорость загрузки до 326,4 Мбит/с, скорость отдачи до 172,8 Мбит/с, а задержка в передаче данных может быть снижена до 5 миллисекунд.

Технология NFC. Near field communication или NFC — технология высокочастотной беспроводной связи малого радиуса действия, дающая возможность обмена данными между устройствами, находящимся друг от друга на расстоянии до 10 сантиметров. NFC нацелена прежде всего на использование в цифровых мобильных устройствах.

Эта технология является простым расширением стандарта бесконтактных карт, объединяющее интерфейс смарт-карты и считывающего устройства воедино. Устройство NFC поддерживает связь со смарт-картами и с другими устройствами NFC, поэтому совместимо с существующей инфраструктурой бесконтактных карт [14].

Стоит также отметить, что с увеличением медицинских устройств, подключенных к Интернет, значительно возрастает объем сетевого трафика, генерируемый этими устройствами. С учетом этого, уже сегодня необходимо задуматься о том, что может произойти с сетями в ближайшие 5–7 лет [15].

Заключение

Обладая мощным потенциалом для охвата обширных географических территорий услугами здравоохранения и для передачи данных в портативном формате, мобильное здравоохранение все больше внедряется в повседневную жизнь человека. Использование различных носимых и медицинских устройств, а также разного рода медицинских приложений помогают активному вовлечению людей в процесс мониторинга физической формы и поддержания здорового образа жизни. В статье были рассмотрены медицинские устройства и приложения, проведен обзор технологии связи, которые используются для подключения устройств к сети Интернет. Согласно проведенного обзора, перспективой ближайшего будущего является возможность прописывать сценарии взаимодействия между устройствами, приложениями, сервисами, службами спасения и т. д. На решение задачи взаимодействия устройств направлены в том числе и проводимые в настоящий момент исследования авторов данной статьи [16].

Литература

1. Никитин П. В., Мурадянц А. А., Шостак Н. А. Мобильное здравоохранение: возможности, проблемы, перспективы // Клиницист. 2015. Т. 9. № 4. С. 13–21.
2. Kirichek R., Pirmagomedov R., Glushakov R., Koucheryavy A. Live Substance in Cyberspace – Biodriver System // 18th International Conference on Advanced Communication Technology (ICACT). 2016. pp. 274–278.
3. Пирмагомедов Р. Я., Кучерявый Е. А., Глушаков Р. И., Киричек Р. В., Кучерявый А. Е. Живые организмы в киберпространстве – проект «Биодрайвер» // Электросвязь. 2016. № 1. С. 47–52.
4. Кучерявый А. Е., Кучерявый Е. А., Прокопьев А. В. Самоорганизующиеся сети. СПб.: Любавич. 2011. 312 с.
5. Кучерявый А. Е. Интернет Вещей // Электросвязь. 2013. № 1. С. 21–24.
6. Пирмагомедов Р. Я., Киричек Р. В., Кучерявый А. Е. Бактериальные наносети // Информационные технологии и телекоммуникации. 2015. № 2 (10). С. 5–10. URL: <http://www.sut.ru/doci/nauka/review/2-15.pdf>
7. Kirichek R. The Model of Data Delivery from the Wireless Body Area Network to the Cloud Server with the Use of Unmanned Aerial Vehicles // 30th European Conference on Modelling and Simulation Proceedings (ECMS). 2016. pp. 603–606. DOI: 10.7148/2016-0603
8. Weghorn H. Efforts in Developing Android Smartphone Sports and Healthcare Apps Based on Bluetooth Low Energy and ANT+ Communication Standards // 15th International Conference on Innovations for Community Services (I4CS). 2015. pp. 1–7.
9. Олифер В., Олифер Н. Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы. СПб.: Питер. 2016. 992 с.
10. Гимранов Р. Р., Киричек Р. В., Шпаков М. Н. Технология межмашинного взаимодействия LoRa // Информационные технологии и телекоммуникации. 2015. № 2 (10). С. 62–73. URL: <http://www.sut.ru/doci/nauka/review/2-15.pdf>
11. Fahier N., Fang W.-C. An Advanced Plug-and-Play Network Architecture for Wireless Body Area Network Using HBC, ZigBee and NFC // IEEE International Conference on Consumer Electronics (ICCE). 2014. pp. 165–166.
12. Киричек Р. В., Парамонов А. И., Прокопьев А. В., Кучерявый А. Е. Эволюция исследований в области беспроводных сенсорных сетей // Информационные технологии и телекоммуникации. 2014. № 4 (8). С. 29–41. URL: <http://www.sut.ru/doci/nauka/review/4-14.pdf>
13. Buratti C., et al. An Overview on Wireless Sensor Networks Technology and Evolution. URL: www.mdpi.com/1424-8220/9/9/6869
14. Воеводин Ю. В., Киричек Р. В. Обзор уникальных программно-аппаратных параметров различных технологий Интернета вещей // Информационные технологии и телекоммуникации. 2015. № 4 (12). С. 40–47. URL: <http://www.sut.ru/doci/nauka/review/2-15.pdf>

15. Блинников М. А., Пирмагомедов Р. Я. Оптимизация нагрузки на сети связи общего пользования, вызванной трафиком медицинских наносетевых приложений // Информационные технологии и телекоммуникации. 2016. Т. 4. № 3. С. 22–30. URL: <http://www.sut.ru/doci/nauka/review/20163/22-30.pdf>
16. Кучерявый А. Е., Владыко А. Г., Киричек Р. В., Маколкина М. А., Парамонов А. И., Выборнова А. И., Пирмагомедов Р. Я. Перспективы научных исследований в области сетей связи на 2017–2020 годы // Информационные технологии и телекоммуникации. 2016. Т. 4. № 3. С. 1–14. URL: <http://www.sut.ru/doci/nauka/review/20163/1-14.pdf>

References

1. Nikitin, P. V., Muradyants, A. A., Shostak, N. A. Mobile Healthcare Services: Possibilities, Problems, Prospects // *The Clinician*. 2015. Vol. 9. No. 4. pp. 13–21.
2. Kirichek, R., Pirmagomedov, R., Glushakov, R., Koucheryavy, A. Live Substance in Cyberspace – Biodriver System // 18th International Conference on Advanced Communication Technology (ICTACT). 2016. pp. 274–278.
3. Pirmagomedov, R. Ya., Koucheryavy, E. A., Glushakov, R. I., Kirichek, R. V., Koucheryavy, A. E. Live Substance in Cyberspace – Biodriver System // *Electrosvyaz'*. 2016. No. 1. pp. 47–52.
4. Koucheryavy, A. E., Koucheryavy, E. A., Prokopiev, A. V. Self-Organizing Networks. SPb.: Lubavich. 2011. 312 p.
5. Koucheryavy, A. E. Internet of Things // *Electrosvyaz'*. 2013. No. 1. pp. 21–24.
6. Pirmagomedov, R. Ya., Kirichek, R. V., Koucheryavy, A. E. Bacterial Nanonetworks // *Telecom IT*. 2015. No. 2 (10). pp. 5–10. URL: <http://www.sut.ru/doci/nauka/review/2-15.pdf>
7. Kirichek, R. The Model of Data Delivery from the Wireless Body Area Network to the Cloud Server with the Use of Unmanned Aerial Vehicles // 30th European Conference on Modelling and Simulation Proceedings (ECMS). 2016. pp. 603–606. DOI: 10.7148/2016-0603.
8. Weghorn, H. Efforts in Developing Android Smartphone Sports and Healthcare Apps Based on Bluetooth Low Energy and ANT+ Communication Standards // 15th International Conference on Innovations for Community Services (I4CS). 2015. pp. 1–7.
9. Olifer, V., Olifer, N. Computer Networks. Principles, Technologies, Protocols. SPb.: Piter. 2016. 992 p.
10. Gimranov, R. R., Kirichek, R. V., Shpakov, M. N. The LoRa M2M Technology // *Telecom IT*. 2015. No. 2 (10). pp. 62–73. URL: <http://www.sut.ru/doci/nauka/review/2-15.pdf>
11. Fahier, N., Fang, W.-C. An Advanced Plug-and-Play Network Architecture for Wireless Body Area Network Using HBC, ZigBee and NFC // IEEE International Conference on Consumer Electronics (ICCE). 2014. pp. 165–166.
12. Kirichek, R. V., Paramonov, A. I., Prokopiev, A. V., Koucheryavy, A. E. The Investigation Evolution in the Wireless Sensor Networks Area // *Telecom IT*. 2014. No. 4 (8). pp. 29–41. URL: <http://www.sut.ru/doci/nauka/review/4-14.pdf>
13. Buratti, C., et al. An Overview on Wireless Sensor Networks Technology and Evolution. URL: www.mdpi.com/1424-8220/9/9/6869
14. Voevodin, Yu. V., Kirichek, R. V. Overview Unique Hardware-Software Parameters of Different Technologies Internet of Things // *Telecom IT*. 2015. No. 4 (12). pp. 40–47. URL: <http://www.sut.ru/doci/nauka/review/2-15.pdf>
15. Blinnikov M., Pirmagomedov R.: Optimization of the Load on the Public Telecommunications Network, the Traffic Caused Medical Nanonetwork Application // *Telecom IT*. 2016. Vol. 4. Iss. 3. pp. 22–30. URL: <http://www.sut.ru/doci/nauka/review/20163/22-30.pdf>
16. Koucheryavy A., Vladiko A., Kirichek R., Makolkina M., Paramonov A., Vybornova A., Pirmagomedov R.: The Prospects for Research in the Field of Communications Networks on the 2017–2020 Years // *Telecom IT*. 2016. Vol. 4. Iss. 3. pp. 1–14. URL: <http://www.sut.ru/doci/nauka/review/20163/1-14.pdf>

Фокин Сергей Юрьевич

– магистрант, СПбГУТ, Санкт-Петербург, 193232,
Российская Федерация, nszr@mail.ru

- Киричек Руслан Валентинович*** – кандидат технических наук, доцент, СПбГУТ, Санкт-Петербург, 193232, Российская Федерация, kirichek@sut.ru
- Fokin Sergey*** – undergraduate, SPbSUT, St. Petersburg, 193232, Russian Federation, nszr@mail.ru
- Kirichek Ruslan*** – Ph.D., associate professor, SPbSUT, St. Petersburg, 193232, Russian Federation, kirichek@sut.ru