

## ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СИСТЕМ МОНИТОРИНГА С ПРИМЕНЕНИЕМ НОСИМЫХ МЕДИЦИНСКИХ УСТРОЙСТВ

Габриелян Г.А., Исаева И.А., Потехин Д.С.

*МИРЭА – Российский технологический университет, 119454, Россия, г. Москва, проспект Вернадского, 78, e-mail: ike.gabrielyan@yandex.ru, rirri-13@yandex.ru, potehin@mirea.ru*

---

**Информационные технологии развиваются и находят свое применение в решении различных задач. Интернет вещей – одна из развивающихся информационных технологий, может быть использована в различных сферах деятельности, в том числе в здравоохранении. Возможность отслеживания показателей здоровья пациента в режиме реального времени с использованием носимых медицинских устройств имеет перспективы использования, которые позволяют улучшать качество жизни людей.**

---

Ключевые слова: информационные технологии, Интернет вещей, носимые медицинские устройства, электрокардиограмма, здравоохранение

## PERSPECTIVES FOR THE USE OF MONITORING SYSTEMS USING WEARABLE MEDICAL DEVICES

Gabrielyan G.A., Isaeva I.A., Potehin D.S.

*MIREA – Russian Technological University, 78 Vernadsky Avenue, Moscow 119454, e-mail: ike.gabrielyan@yandex.ru, rirri-13@yandex.ru, potehin@mirea.ru*

---

**Information technology is evolving and finding its application to a variety of tasks. The Internet of Things is one of the developing information technologies that can be used in various spheres of activity, including healthcare. The ability to track patient health indicators in real time using wearable medical devices has the potential to be used to improve people's quality of life.**

---

Keywords: information technology, Internet of Things, wearable medical devices, electrocardiogram, healthcare

### Введение

В настоящее время информационные технологии безостановочно развиваются, появляются новые направления автоматизации, новые сферы применения, появляется возможность реализовать задачи, решение которых ранее было затруднительно. Наступает эпоха, которая носит название «Индустрия 4.0», и составляющей частью которой являются все современные и развивающиеся информационные технологии.

К технологиям, являющимися частью «Индустрии 4.0» можно отнести следующие:

1. Интернет вещей
2. Блокчейн
3. Анализ больших данных
4. Машинное обучение
5. Виртуальная и дополненная реальность

Использование каждой из технологий находит применение в различных сферах, и позволяет решать задачи, облегчать и совершенствовать работу человека и автоматизировать различные процессы.

На рис. 1 показаны основные сферы использования каждой из технологий.

Рассмотрим более подробно возможность внедрения Интернета вещей в различные сферы деятельности (таблица 1) [1,2].

Как видно из таблицы 1, использование технологии Интернета вещей возможно в любых сферах, далее мы более подробно рассмотрим применение технологии Интернета вещей в здравоохранении.

### Системы мониторинга с применением носимых медицинских устройств

В настоящее время в большей части медицинских учреждениях используются стационарные медицинские приборы, снимающие показания, которые должны быть преобразованы и расшифрованы специалистами определенного профиля.

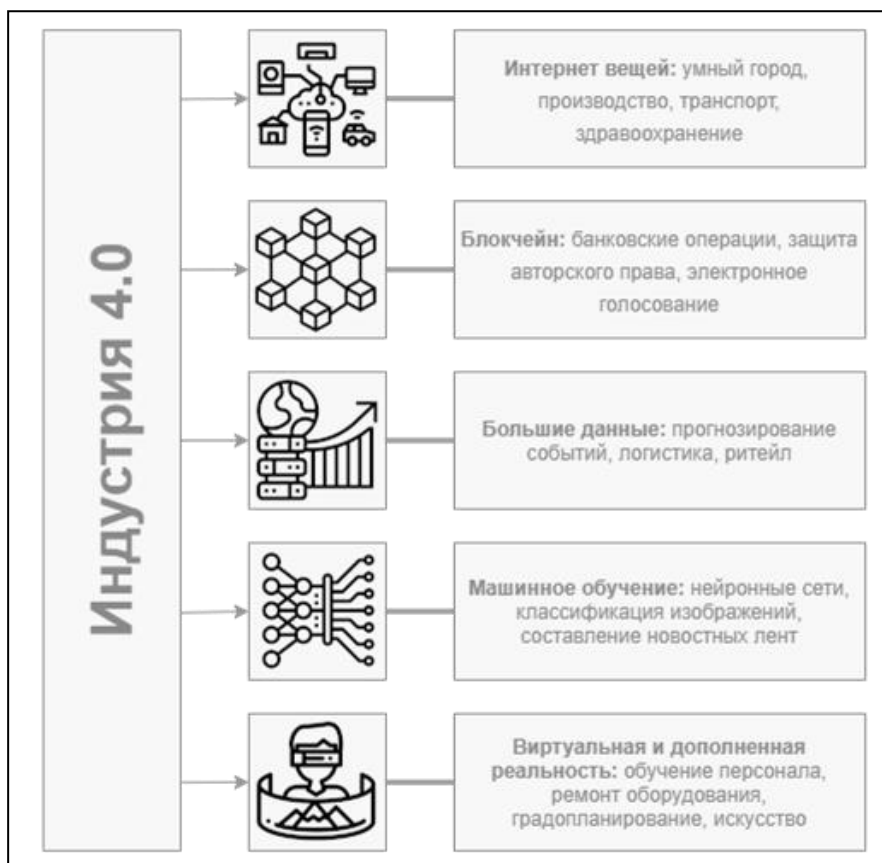


Рис. 1. Основные сферы применения информационных технологий

Таблица 1. Сферы применения Интернета вещей

| Сфера деятельности                     | Возможность внедрения устройств Интернета вещей   |
|--|---|
| Логистические компании                 | Повышение эффективности перевозок за счет построения оптимального маршрута, контроль за состоянием ценных грузов  |
| Транспортные компании                  | Повышение эффективности перевозок за счет построения оптимального маршрута  |
| Магазины и места общественного питания | Анализ поведения клиентов, повышение эффективности подбора персональных скидков   |
| Ритейлеры и производители              | Оптимизация логистики, контроль количества  |
| Сельхозпроизводство                    | Мониторинг состояния полей, составление и оптимизация графика и маршрута уборки, мониторинг и отслеживание состояния здоровья скота (температура, давление, готовность к воспроизведению потомства) |
| Промышленное производство              | Мониторинг неисправности, оптимизация графика ремонта оборудования, оптимизация загрузки оборудования   |
| Нефтегазопроизводство                  | Увеличение процента извлечения углеводов  |
| Машиностроители                        | Контроль подлинности деталей  |
| Фармацевтические компании              | Контроль подлинности лекарств   |
| Здравоохранение                        | Мониторинг состояния здоровья пациентов (температура тела, давление, кардиосигнал), ведение электронной медицинской карты   |
| Фитнес-центры                          | Мониторинг показателей клиентов (давление, уровень пульса, миограмма), ведение электронной карточки для тренировок  |

В эпоху, когда измерительные приборы могут быть легкими и носимыми, перспективной сферой развития технологии Интернета вещей является использование носимых устройств для снятия и передачи показаний с пациентов (людей, носящих устройства) в режиме реального времени и передачи информации в систему, где за ней может следить лечащий врач, что позволяет обеспечить непрерывный контроль за состоянием здоровья.

Использование технологии Интернета вещей в медицине возможно для отслеживания таких базовых показателей, как температура тела, давление, частота сердцебиения, уровень кислорода в крови.

Кроме того, одним из медицинских направлений, в которое может быть добавлена технология Интернета вещей с носимыми датчиками является кардиология, и соответственно должны решаться задачи по снятию ЭКГ сигналов с пациентов с использованием носимых медицинских устройств в режиме реального времени.

Обработка сигналов электрокардиограммы используется для диагностики многих сердечных заболеваний. За последние несколько лет были разработаны алгоритмы для компьютерного распознавания аритмии в записи ЭКГ сигналов. Методы, которые используются для анализа и классификации сигнала ЭКГ, основываются на вейвлет-преобразованиях [3] геометрии формы волны [5], преобразованиях Гилберта и Фурье. Методы включают в себя использование нечеткой логики, нейронных сетей, генетических алгоритмов, кластерный анализ.

Носимые медицинские устройства играют важную роль в мониторинге ЭКГ [4]. Устройства могут быть автономными, благодаря чему может осуществляться постоянной и непрерывный контроль за состоянием здоровья пациентов, в том числе и не находящихся в медицинских учреждениях (то есть отпадает необходимость в госпитализации), что способствует повышению качества жизни.

Модель системы мониторинга представлена на рис. 2.

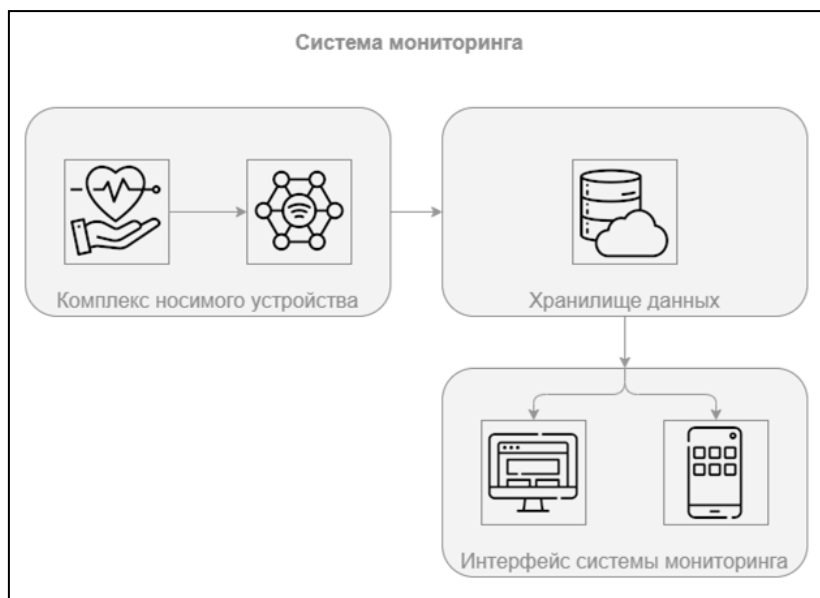


Рис. 2. Модель системы мониторинга

В системе ЭКГ-мониторинга на базе технологии Интернета вещей, использующей носимые медицинские устройства, ЭКГ-сигнал обнаруживается носимыми датчиками и передается на носимое устройство, откуда с помощью технологии передачи данных (Bluetooth, Wi-Fi) посылается для обработки, анализа и дальнейшего хранения.

Может быть реализован интерфейс системы мониторинга, в виде мобильного приложения, веб-ресурса или приложения на компьютер, которая получает данные из хранилищ, и позволяет пациентам и врачам отслеживать состояние здоровья и следить за данными, поступающими с датчиков.

Можно выделить следующие задачи, решаемые при использовании носимых медицинских устройств, в том числе используемых в системе ЭКГ-мониторинга:

- Амбулаторное наблюдение за пациентами;
- Возможность просмотра показаний человеческого тела в режиме реального времени;
- Возможность отслеживать состояние ЭКГ в режиме реального времени;
- Определение нормальных (усредненных) значений для каждого из пациентов;

- Контроль собственного состояния здоровья;
- Возможность программного выявления аномалий в показаниях и незамедлительное предупреждение лечащего врача о них;

Основываясь на задачах, можно выделить следующие перспективы использования носимых медицинских устройств:

1. Снятие показаний в режиме реального времени;
2. Контроль за состоянием здоровья пациента;
3. Выявление болезней на ранних стадиях.

#### **Заключение**

Развивающиеся информационные технологии позволяют автоматизировать многие процессы и облегчить жизнь людям, давая возможность тратить меньше времени на выполнение рутинных операций. Благодаря возможности внедрения технологии Интернета вещей в здравоохранение, для обеспечения возможности мониторинга состояния здоровья пациента в режиме реального времени, не находящегося в медицинском учреждении, может быть улучшено качество медицинских услуг и жизни, что позволяет выявлять показатели, выходящие за границы нормы, и получать медицинскую помощь на ранних этапах заболеваний.

---

#### Список литературы

1. Интернет вещей – что это такое и как применять IoT в реальном бизнесе [Электронный ресурс] – URL: <https://rb.ru/longread/iot-cards/> (дата обращения: 07.03.2021)
2. Применение технологий Интернета вещей для развития современной городской среды [Электронный ресурс] – URL: <https://www.pwc.ru/ru/iot/iot-for-cities.pdf> (дата обращения: 05.03.2021)
3. Ary L Goldberger, Luis AN Amaral, Leon Glass, Jeffrey M Hausdorff, Plamen Ch Ivanov, Roger G Mark, Joseph E Mietus, George B Moody, Chung-Kang Peng, and H Eugene Stanley. Physiobank, physiokit, and physionet components of a new research resource for complex physiologic signals. *Circulation*, 101(23):e215–e220, 2000
4. Dimitra Azariadi, Vasileios Tsoutsouras, Sotirios Xydis, Dimitrios Soudris, ECG Signal Analysis and Arrhythmia Detection on IoT wearable medical devices, 2016 5th International Conference on Modern Circuits and Systems Technologies: 2016.
5. George B Moody and Roger G Mark. The impact of the mit-bih arrhythmia database. *Engineering in Medicine and Biology Magazine, IEEE*, 20(3):45–50, 2001

---

#### References

1. Internet veshchej – chto eto takoe i kak primenyat' IoT v real'nom biznese, Available at: <https://rb.ru/longread/iot-cards/> (accessed 7 March 2021)
2. Primenenie tekhnologij Interneta veshchej dlya razvitiya sovremennoj gorodskoj sredy, Available at: <https://www.pwc.ru/ru/iot/iot-for-cities.pdf> (accessed 5 March 2021)
3. Ary L Goldberger, Luis AN Amaral, Leon Glass, Jeffrey M Hausdorff, Plamen Ch Ivanov, Roger G Mark, Joseph E Mietus, George B Moody, Chung-Kang Peng, and H Eugene Stanley. Physiobank, physiokit, and physionet components of a new research resource for complex physiologic signals. *Circulation*, 101(23):e215–e220, 2000
4. Dimitra Azariadi, Vasileios Tsoutsouras, Sotirios Xydis, Dimitrios Soudris, ECG Signal Analysis and Arrhythmia Detection on IoT wearable medical devices, 2016 5th International Conference on Modern Circuits and Systems Technologies: 2016.
5. George B Moody and Roger G Mark. The impact of the mit-bih arrhythmia database. *Engineering in Medicine and Biology Magazine, IEEE*, 20(3):45–50, 2001