

2. Маламуд М. М. Вопросы единственности в обратных задачах для систем дифференциальных уравнений на конечном интервале // Труды моск. мат. об-ва. – 1999. – Т. 60 – С. 199-258.

3. Сахнович Л. А. О приведении вольтерровых операторов к простейшему виду в пространствах вектор-функций // Укр. мат. журнал. – 1962. – Т. 14 – С. 114-126.

УДК: 004.415.53

Е. Ю. Галимова, ассист.  
(ВШПМ СПбГУПТД, г. Санкт-Петербург)

### **ОСОБЕННОСТИ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ INTERNETOFBODIES, ВЛИЯЮЩИЕ НА ВЫБОР МЕТОДОВ ТЕСТИРОВАНИЯ**

Internet of Bodies (IoB) является перспективным расширением Internet of Things (IoT). IoB – это IoT, соединённый с человеческим телом. С помощью IoB осуществляется дистанционный контроль и мониторинг человеческих тел.

На сегодняшний день IoB реализуется, в первую очередь, в сфере здравоохранения, например, кардиостимуляторы, мозговой имплантаты, который сможет помочь пациентам, страдающим от болезни Альцгеймера и Паркинсона (находится в процессе тестирования). Однако, нейробиологи, ряд общественных деятелей и журналистов обеспокоены тем, что имплантаты могут использоваться для изменения памяти и личности людей. Для предотвращения данной проблемы Кертис Белл, почётный старший научный сотрудник Орегонского университета, разработал обязательство, которое распространяется среди нейробиологов по всему миру [1]. Обязательство отказаться от участия в применении нейронаук для нарушения основных прав человека или международного права.

IoB можно разделить на три типа [2]:

1. внешний тип (Apple Watches, Smart Bands);
2. внутренний тип (кардиостимуляторы, имплантаты, цифровые таблетки);
3. встроенный тип (датчики, которые вживляются под кожу).

Приложение Heart Study использует данные от Apple Watch для выявления нерегулярных сердечных ритмов, например, при мерцательной аритмии. В серии Apple Watch Series 4 есть функция снятия электрокардиограммы. Встроенный акселерометр и гироскоп помогают определить, не упал ли пользователь. Если обнаружено падение, часы могут спросить, хорошо ли себя чувствует пользователь. Если

нет ответа на вопрос, производится вызов экстренных служб и отправка текстовых сообщений специально сформированному списку «экстренных» контактов. В часах Heart Guide фирмы Omron реализована, среди прочих, функция измерения артериального давления. Пятьдесят сотрудников компании Three Square Market согласились на вживление микрочипов RFID, которые дают доступ к рабочему офису без ключа, позволяют оплачивать товары [3].

Актуальными являются вопросы конфиденциальности информации в IoV. Например, кохлеарный имплантат поможет восстановить слух, с другой стороны, он способен записывать все аудио-сигналы в окружающей среде. В мае 2018 года вступило в силу Европейское общее положение о защите данных (GDPR). Оно направлено на защиту конфиденциальных данных жителей ЕС. Наибольшая угроза безопасности – это угроза удалённого убийства (интернет-убийства). Если IoV регулирует, например, сердцебиение человека, то хакер может внедриться и убить с помощью намеренного нарушения сердечного ритма. Высокоприоритетным является проведение тестирования безопасности.

Для нового, малоизученного сегмента программного обеспечения опытными тестировщиками выполняется исследовательское тестирование. Данный подход к тестированию может объединять несколько техник. В процессе исследовательского тестирования тесты одновременно создаются и выполняются. От тестировщика требуется высокая обучаемость и способность к адаптации. Для выполнения тестирования строится модель программного продукта. Распространёнными являются следующие типы моделей: на основе программной архитектуры, по потокам данных, на основе состояний.

Критерии выбора исследовательского метода тестирования программного обеспечения:

- Большое количество потенциально возможных комбинаций пользовательских действий (структурная сложность программы по маршрутам выполнения).
- Регулярное добавление нового функционала.
- Неполнота требований.
- Многоуровневая вложенность форм.
- Наличие большого количества конкурентов на рынке (для коммерческих продуктов).
- Узкие финансовые рамки.

Следующим этапом является тестирование программного обеспечения на соответствие требованиям государственных законодательных актов.

Программное обеспечение устройств, входящих в IoB, также требует детального тестирования. По мере увеличения сложности программного обеспечения устройств, количество ошибок также растёт. В первую очередь применяется модульное тестирование [4]. Например, для кардиостимуляторов используется предварительно записанный сигнал электрограммы в качестве входных данных. Далее записывается выходной сигнал кардиостимулятора. Трудно произвести точную оценку выходных данных, соответствуют ли они состоянию пациента [5]. Данный вид тестирования проводится с разомкнутым контуром и не даёт информации о взаимодействиях с замкнутым контуром между устройством и сердцем.

На основе проведённого автором анализа, можно сделать вывод, что методики тестирования IoB находятся в стадии активной разработки. Подходы к тестированию IoB зависят от архитектуры системы. Требуются сложные сценарии тестирования, высокая квалификация специалистов. Можно прогнозировать появление новых подходов к тестированию программного обеспечения для IoB.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Pledge by Neuroscientists to Refuse to Participate in the Application of Neuroscience to Violations of Basic Human Rights or International Law / URL: [https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSf\\_rbqXnKq6fJztRyuwx\\_SMD6u\\_ebiozbeYpyZQ65ShxLuyWA/viewform?formkey=dEF4RFhhSWZwNktCakYtbTdkd1cxckE6MA](https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSf_rbqXnKq6fJztRyuwx_SMD6u_ebiozbeYpyZQ65ShxLuyWA/viewform?formkey=dEF4RFhhSWZwNktCakYtbTdkd1cxckE6MA) (дата обращения: 27.12.2019).
2. Adithya Sailesh, Internet of Bodies – An Overview / URL: <https://medium.com/ieeekerala/internet-of-bodies-an-overview-9302579af62c> (дата обращения: 27.12.2019).
3. Bernard Marr, What Is The Internet Of Bodies? And How Is It Changing Our World? / URL: <https://www.forbes.com/sites/bernardmarr/2019/12/06/what-is-the-internet-of-bodies-and-how-is-it-changing-our-world/#21cc5c1868b7> (дата обращения: 27.12.2019).
4. George Chen, Zhihao Jian, Rahul Mangharam. Model-Based Conformance Testing for Implantable Pacemakers / URL: [https://repository.upenn.edu/mlab\\_papers/72](https://repository.upenn.edu/mlab_papers/72) (дата обращения: 27.12.2019).
5. Cortner J. M. Testing Implantable Medical Devices // Global Healthcare Medical Device. – Manufacturing Technology. – 2003. – P. 2–4.