

УДК 004.519.217

**Ю. Зик**, канд. техн. наук,  
**С. Г. Антощук**, д-р техн. наук,  
**В. Г. Бровков**, канд. техн. наук

### СИСТЕМЫ ОБРАБОТКИ ДАННЫХ БЕСКОНТАКТНЫХ КАРТ

*Рассмотрены принципы и особенности построения систем обработки данных бесконтактных карт с использованием технологий RFID и NFC. Представлены особенности организации научных исследований и учебного процесса на базе этих технологий в Одесском национальном политехническом университете и Берлинском университете техники и экономики.*

**Ключевые слова:** информационные системы, обработка данных, бесконтактные карты.

**Sieck J.**, PhD.  
**Antoshchuk S.G.**, ScD.  
**Brovkov V.G.**, PhD.

### THE CONTACTLESS CARDS DATA PROCESSING SYSTEMS

*This article describes the data processing systems principles and design of contactless cards using RFID and NFC. The scientific research and the educational process on the basis of these technologies in the Odessa National Polytechnic University and the University of Berlin Technology and Economics.*

**Keywords:** information systems, the data processing, contactless cards.

**Ю. Зик**, канд. техн. наук,  
**С. Г. Антощук**, д-р техн. наук,  
**В. Г. Бровков**, канд. техн. наук

### СИСТЕМИ ОБРОБКИ ДАНИХ БЕЗКОНТАКТНИХ КАРТ

*Розглянуто принципи та особливості побудови систем обробки даних безконтактних карт з використанням технологій RFID і NFC. Показані особливості організації наукових досліджень та навчального процесу на базі цих технологій в Одеському національному політехнічному університеті та Берлінському університеті техніки та економіки.*

**Ключові слова:** інформаційні системи, обробка даних, безконтактні карти.

**Актуальность проблемы.** В настоящее время многие технические системы используют обработку данных бесконтактных пассивных карт ближнего радиуса действия, выполненных по технологии RFID (Radio Frequency Identification, радиочастотная идентификация). Такие системы стремительно набирают популярность как за рубежом, так и в Украине. Так, в ВУЗах Европы широко применяются платежные системы в студенческих столовых, автоматизированных системах копировальной и множительной техники и т.п., построенные на базе бесконтактных карт MIFARE Classic. Крупные публичные библиотеки оснащаются автоматическими системами учета выдачи и возврата литературы на основе бесконтактных меток (I CODE SLI RFID card). Бесконтактные смарт-карты встроены в паспорт гражданина

ФРГ, используются в банковской сфере, доверениях служб социального страхования, карточках больничных касс и т.п.

В Украине аналогичные карты внедрены в системах ускоренного прохождения пограничного контроля, системах безопасности и контроля доступа, в том числе в ряде учебных заведений Одессы.

Области применения технологий RFID, а также технологий их дальнейшего развития – NFC (Near Field Communication, «коммуникация ближнего поля») постоянно расширяются и являются предметом многочисленных исследовательских и прикладных разработок.

Несмотря на высокую востребованность таких технологий, преподавание дисциплин данной направленности в ВУЗах Украины представлено необоснованно мало либо вообще отсутствует. Во многом это обусловлено отсутствием лабораторной базы и методического обеспечения для организации изу-

©Зик Ю., Антощук С.Г.,  
Бровков В.Г., 2012

чения таких технологий. В данной статье обобщен совместный опыт, полученный в результате сотрудничества между Одесским национальным политехническим университетом (ОНПУ) и Берлинским университетом техники и экономики (HTW – Hochschule für Technik und Wirtschaft Berlin) в организации совместных научных исследований и учебной деятельности.

### **Особенности технологий RFID и NFC**

Бесконтактные радиометки (RFID Tags) и смарт-карты (smart-cards) представляют собой высокотехнологичные цифровые устройства на базе жесткой или программируемой логики, способные обеспечивать беспроводную передачу, обработку и хранение данных. Они могут быть построены по разным технологиям, однако наиболее динамично развивающимися являются системы на базе стандарта ISO 14443. Этот стандарт лежит также в основе технологии NFC, получившей развитие в устройствах мобильной техники. К особенностям приборов, работающих в данном стандарте, можно отнести в соответствии с [1]:

использование для связи между считывающим устройством (СУ) и радиометкой (смарт-картой) переменного магнитного поля частотой 13,56МГц. Передающая и приемная антенны являются магнитосвязанными катушками индуктивности. За счет высокой рабочей частоты катушка антенны может быть изготовлена как спираль, выполненная в виде печатной дорожки, что удешевляет устройство и снижает его габариты;

использование специальных видов модуляции для обеспечения двунаправленной передачи данных в системе. Так, пассивное устройство способно управлять отбором энергии от приемной антенны (lastmodulation, модуляция нагрузкой), что за счет наличия индуктивной связи между антеннами СУ и радиометки позволяет передать информацию от пассивного устройства активному без существенных затрат энергии пассивным устройством. С целью разделения информационных потоков при приеме и передаче стандарт ISO/IEC 14443 предусматривает формирование пассивным устройством вспомогательного сигнала частотой 847.5 кГц в качестве вспомогательной несущей

для передачи данных считывающему устройству. Такая операция выполняется путем деления частоты основной несущей на 16;

снабжение радиометки (смарт-карты) энергией за счет переменного магнитного поля, индуцируемого антенной СУ. Для повышения эффективности передачи энергии через весьма большой воздушный промежуток передающая и приемная антенны включаются в состав параллельных колебательных контуров, настроенных в резонанс с рабочей частотой системы. Благодаря этому радиометка не содержит источников питания и выступает в качестве пассивного устройства;

высокую секретность обмена данными активным и пассивным устройством, что обусловлено малым радиусом действия индуктивных антенн связи (до 5...10 см);

использование специальных видов кодирования при передаче данных и специальных алгоритмов разрешения коллизий с целью обеспечения возможности считывания и записи информации для нескольких пассивных устройств, одновременно находящихся в магнитном поле антенны СУ. СУ может управлять доступом к ресурсам пассивного устройства с помощью его UID;

современные радиометки и смарт-карты обладают рядом особенностей, которые способствуют их широкому применению [1, 2]:

каждое пассивное устройство имеет собственный уникальный идентификационный номер (Unique Identifier UID), присвоенный ему на стадии производства;

имеется возможность многократной перезаписи информации в памяти пассивного устройства и долговременного (10 лет и более) хранения данных, а также защиты памяти пассивного устройства от дальнейшей перезаписи;

существует механизм контроля правильности и коррекции ошибок при передаче данных в канале связи;

развитые средства шифрования и аутентификации в современных смарт-картах обеспечивают защиту данных от несанкционированного доступа;

весьма низкая стоимость радиометок и смарт-карт позволяет использовать их в ка-

честве средств маркировки товаров и входных билетов на массовые мероприятия.

Дальнейшим развитием технологии бесконтактных карт является нормирование беспроводного канала связи, интерфейса карт и считывающих устройств и форматов представления данных, имеющееся в ряде международных стандартов (ЕСМА-340, ISO/IEC 18092 и др.). Развитие данного направления поддерживается компаниями, объединившимися в некоммерческую промышленную организацию NFC-Forum [3]. Благодаря деятельности членов форума технологии NFC начали интенсивно внедряться в мобильные телефоны, создавая новые области применения бесконтактных карт. В настоящее время модуль NFC включен в состав мобильных устройств Nokia, Samsung, BlackBerry, Cassio, LG, Fudjitsu, Motorola, HTC и других [4]. Компания Google предоставила сообществу разработчиков набор библиотек NFC для операционной системы Android [5]. Благодаря такому подходу начались интенсивные исследования по внедрению в средства мобильной связи бесконтактных средств управления функциями смартфона, автономных платежных систем [6], систем навигации внутри помещений, средств информационной поддержки выставок и презентаций [7,8] и многое другое.

Таким образом, изучение технологий RFID и NFC становится актуальной задачей подготовки специалистов информационных и компьютерных направлений. Такая подготовка требует междисциплинарных знаний и тщательной методической подготовки как теоретического, так и практического материала. Особо важным аспектом является организация лабораторного практикума по дисциплине.

### Лабораторный практикум по технологиям RFID и NFC

Уже в течение ряда лет дисциплина NFC входит в учебный план магистров по направлению «Прикладная информатика» HTW Berlin в качестве дисциплины по выбору [9]. С текущего учебного года технологии NFC включены в программу подготовки специалистов и магистров специальности «Информационные системы» ОНПУ. Опыт преподавания дисциплины свидетельствует, с од-

ной стороны, о высоком интересе студентов к данным технологиям, с другой стороны, ставит жесткие требования к качеству лабораторной базы и методического обеспечения курса. В университете HTW Berlin для организации лабораторного практикума использовались бесконтактные метки I CODE SLI RFID card, а также смарт-карты MIFARE Classis. В качестве устройств чтения-записи использовались USB-модули компании MetraTec [10] (рис.1), которые позволяют реализовать классическую архитектуру системы обработки данных бесконтактных карт согласно [1] (рис.2).

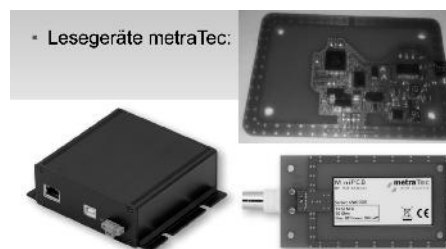


Рис. 1. Устройства чтения-записи бесконтактных меток компании MetraTec для транспондеров с несущей частотой 13,56 МГц

При построении такой системы решается целый ряд задач, начиная от организации обмена данными между пассивным устройством (Transponder) и устройством чтения-записи и заканчивая разработкой интерфейса пользователя с учетом бизнеслогики реального приложения (Application). При обмене данными реализуется классическая схема Master в Slave.

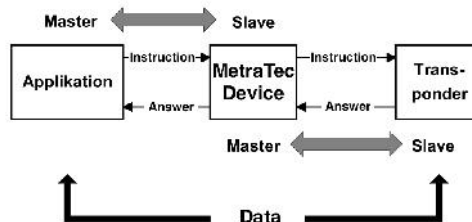


Рис. 2. Классическая архитектура системы обработки данных бесконтактных карт

Преимуществом такого подхода является возможность проведения занятий по программированию интерфейса пользователя, изучению форматов передачи данных в бесконтактных картах, представлению данных NDEF [9] (рис.3). Задания могут включать

разработку приложений пользователя на языках программирования C; C++, C#, Java. К недостаткам можно отнести весьма высокую стоимость устройств MetraTec.

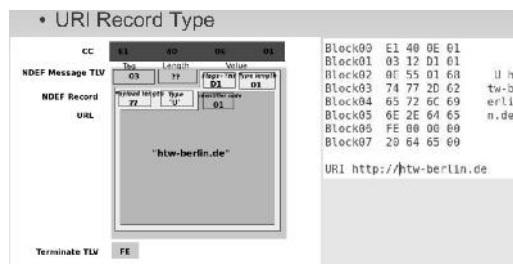


Рис. 3. Пример лабораторного задания по обработке данных бесконтактной карты в формате NDEF

В качестве вспомогательного инструмента при проведении занятий в HTW-Berlin, а также для выполнения индивидуальных проектов студентами ОНПУ используются смартфоны Google Samsung Nexus, имеющие модуль NFC. На базе таких смартфонов можно изучать форматы данных согласно спецификации NDEF, а также проектировать Android-приложения с использованием NFC. Учитывая наличие бесплатных средств разработки таких приложений и наличие программных эмуляторов смартфона, занятия можно проводить при наличии всего одного-двух реальных устройств, что снижает затраты на оборудование.

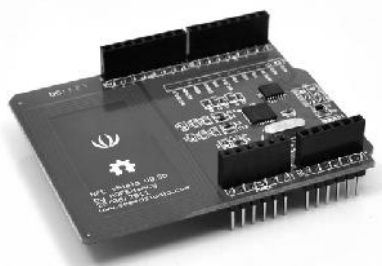


Рис. 4. Модуль NFC Shield [11] для чтения-записи смарт-карт MIFARE Classic, MIFARE Ultra-Light

Весьма недорогим вариантом оснащения лаборатории является модуль NFC-Shield [11,12] (рис.4), разработанный для контроллера ARDUINO [13]. Данное устройство реализовано на NFC-контроллере PN532 компании Philips, являющемся основой модулей NFC большинства современных смартфонов. Благодаря этому имеется возможность изучения процесса обмена данными с бескон-

тактными картами на уровне управления оборудованием смартфона. Поскольку обмен данными с NFC-Shield производится с помощью канала SPI, для проведения лабораторных работ удобно использовать современные недорогие контроллеры STM32VLDISCOVERY на базе процессора Cortex [14]. Именно этот вариант выбран для проведения лабораторного практикума в ОНПУ как наименее затратный и обеспечивающий изучение основных тем занятий.

### Выводы

Изучение технологий RFID и NFC является в настоящее время весьма актуальной задачей. Рассмотренные особенности применения систем обработки данных бесконтактных карт позволили создать эффективную лабораторную базу и разработать методику обучения данным технологиям. Внедрение данных подходов в ОНПУ и HTW показали необходимость и эффективность курса по изучению RFID и NFC технологий как в Германии, так и в Украине. Накопленный опыт может быть рекомендован кафедрам, ведущим подготовку специалистов в области информационных и компьютерных технологий.

Материалы данной статьи используют опыт преподавательской работы и исследований, накопленный кафедрой прикладной информатики (Studiengang Angewandte Informatik) университета техники и экономики г. Берлин (Hochschule für Technik und Wirtschaft Berlin), а также лаборатории "Information and Communication Systems" INKA при HTW-Berlin.

### Список использованной литературы

1. Финкензелер Л. RFID Handbook: Основы и применение в бесконтактных смарт-карт, радиочастотной идентификации и NFC, 3-е изд. / Л. Финкензелер. – 2010.
2. Лангер Й. Приложения и технологии Near Field Communication (NFC) / Й. Лангер, М. Роланд. – 2010.
3. <http://www.nfc-forum.org/>.
4. <http://www.nfcworld.com/nfc-phones-list/>.
5. <http://developer.android.com/guide/topics/connectivity/nfc/index.html>.

6. [http://www.nfc-forum.org/resources/white\\_papers/GSMA\\_Mobile\\_Ticketing\\_White\\_Paper.pdf](http://www.nfc-forum.org/resources/white_papers/GSMA_Mobile_Ticketing_White_Paper.pdf).

7. Sieck J. Музейная информационная система и мультимедийные приложения для мобильных музеев», в инновационной стратегии инженерного и технологического образования в эпоху экономики знаний / J.Sieck. – Тайчжун, Тайвань. – 2010. –С. 45–49. ISBN 978-986-84305-1-8.

8. Ленца М. «Развитие NFC-управляемой мобильной информационной системы для показов мод». Магистерская диссертация / М. Ленца // Университет прикладных наук. – Берлин. – 2011.

9. Зик Ю. NFC – технологии. Исследования, учения и тренировки / Ю. Зик, В. Бровков // UKSim 14-я Международная конференция по компьютерное моделирование и моделирование, UKSim2012.

10. <http://www.metratec.com/de/produkte/identifikation-rfid/leseschreibgeraete.html>.

11. [http://www.seeedstudio.com/wiki/NFC\\_Shield](http://www.seeedstudio.com/wiki/NFC_Shield).

12. <http://adafruit.com/products/789>.

13. <http://www.arduino.cc/>.

14. [http://www.st.com/internet/evalboard/product/250863.jsp?WT.ac=micro\\_stm32vldiscovery\\_240910](http://www.st.com/internet/evalboard/product/250863.jsp?WT.ac=micro_stm32vldiscovery_240910).

[http://www.nfc-forum.org/resources/white\\_papers/GSMA\\_Mobile\\_Ticketing\\_White\\_Paper.pdf](http://www.nfc-forum.org/resources/white_papers/GSMA_Mobile_Ticketing_White_Paper.pdf)[in English].

7. Sieck J. Mobile Museum Information Systems and Multimedia Applications for Mobile Museums“, in: The Innovation Strategy for Engineering and Technology Education in the Knowledge Economy Era / J.Sieck. – Taichung, Taiwan: – 2010, P. 45–49. ISBN 978-986-84305-1-8[in English].

8. Lenz M. “Entwicklung eines NFC-gesteuerten mobilen Informationssystems für Modeschauen” / M. Lenz // Bachelor Thesis, HTW. – Berlin: 2011[in German].

9. Sieck J. Near Field Communication - Research, Teachings and Training / J. Sieck, V. Brovkov // UKSim 14th International Conference on Computer Modelling and Simulation, UKSim2012 [in English].

10.

<http://www.metratec.com/de/produkte/identifikation-rfid/leseschreibgeraete.html> [in German].

11. [http://www.seeedstudio.com/wiki/NFC\\_Shield](http://www.seeedstudio.com/wiki/NFC_Shield) [in English].

12. <http://adafruit.com/products/789> [in English].

13. <http://www.arduino.cc/> [in English].

14.

[http://www.st.com/internet/evalboard/product/250863.jsp?WT.ac=micro\\_stm32vldiscovery\\_240910](http://www.st.com/internet/evalboard/product/250863.jsp?WT.ac=micro_stm32vldiscovery_240910) [in English].

Получено 07.07.2012

## References

1. Finkenzeller 1. RFID Handbook: Fundamentals and Applications in Contactless Smart Cards, Radio Frequency Identification and Near-Field Communication, 3-rd Edition / 1. Finkenzeller. – 2010 [in English].

2. Langer J. Anwendungen und Technik von Near Field Communication (NFC) / J. Langer, M. Roland. – 2010 [in German].

3. <http://www.nfc-forum.org/>[in English].

4. <http://www.nfcworld.com/nfc-phones-list/> [in English].

5.

<http://developer.android.com/guide/topics/connectivity/nfc/index.html/> [in English].

6. [http://www.nfc-forum.org/resources/white\\_papers/](http://www.nfc-forum.org/resources/white_papers/)



Юрген Зик,  
д-р - инж.,  
проф. университета техники и экономики в Берлине, Sieck Jürgen,  
e-mail: j.sieck@htw-berlin.de



Антошук  
Светлана Григорьевна,  
д-р техн. наук, проф.  
Одесского нац. политехн. ун-та,  
email: asg@ics.opu.ua



Бровков Владимир Георгиевич, канд.техн.наук,  
проф. Одесского нац. политехн. ун-та,  
e-mail:brovkov@ics-opu.ua