

**МИЭМ**

Московский институт электроники  
и математики им. А.Н.Тихонова



НАЦИОНАЛЬНЫЙ  
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
"ВЫСШАЯ ШКОЛА ЭКОНОМИКИ"

Московский институт электроники и  
математики им. А.Н. Тихонова  
Национального исследовательского университета  
"ВЫСШАЯ ШКОЛА ЭКОНОМИКИ"



**МАТЕРИАЛЫ КОНФЕРЕНЦИИ**

**2019**

**МЕЖВУЗОВСКАЯ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ  
СТУДЕНТОВ, АСПИРАНТОВ И МОЛОДЫХ СПЕЦИАЛИСТОВ  
имени Е.В. АРМЕНСКОГО**

НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
«ВЫСШАЯ ШКОЛА ЭКОНОМИКИ»

МОСКОВСКИЙ ИНСТИТУТ ЭЛЕКТРОНИКИ И МАТЕМАТИКИ им.А.Н.Тихонова  
НАЦИОНАЛЬНОГО ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОГО УНИВЕРСИТЕТА  
«ВЫСШАЯ ШКОЛА ЭКОНОМИКИ»



**Межвузовская научно-техническая  
конференция студентов, аспирантов  
и молодых специалистов  
имени Е.В. Арменского**

**МАТЕРИАЛЫ КОНФЕРЕНЦИИ**

Москва 2019 г.

ББК 2+3  
Н 34

Межвузовская научно-техническая конференция студентов, аспирантов и молодых специалистов им. Е.В. Арменского. Материалы конференции. - М. ~: МИЭМ НИУ ВШЭ, 2019. – 278 стр.

**ISBN 978-5-94768-074-4**

В материалах конференции студентов, аспирантов и молодых специалистов представлены тезисы докладов по следующим направлениям: математика и компьютерное моделирование; информационно-коммуникационные технологии; автоматизация проектирования, банки данных и знаний, интеллектуальные системы; компьютерные образовательные продукты; информационная безопасность; электроника и приборостроение; производственные технологии, нанотехнологии и новые материалы; инновационные технологии цифровой экономики; инновационные технологии в дизайне.

Материалы конференции могут быть полезны для преподавателей, студентов, научных сотрудников и специалистов, специализирующихся в области прикладной математики, информационно-коммуникационных технологий, электроники, информационной безопасности и дизайна.

Редакционная коллегия: Е.А. Крук, С.А. Аксенов, С.М. Авдошин, У.В. Аристова,  
Г.Г. Бондаренко, Л.С. Восков, А.А. Елизаров,  
Э.С. Клышинский, А.Б. Лось, Н.С. Титкова

Издание осуществлено с авторских оригиналов.

ISBN 978-5-94768-074-4

© Московский институт электроники и математики Национального исследовательского университета «Высшая школа экономики», 2019 г.  
© Авторы, 2019г.

руемая к задаче, функциональность позволяет команде УНМЦ «Гидронавтика» в одном учебном году принять участие сразу в двух международных соревнованиях, по телеуправляемой и по автономной робототехнике, не проектируя отдельный аппарат под каждый конкурс.

#### **Список литературы:**

1. Automating ROV Operations in aid of the Oil & Gas Offshore Industry
2. Ji-Hong LiMun-Jik Lee и др. Development of P-SURO II Hybrid Autonomous Underwater Vehicle and its Experimental Studies. Journal of Institute of Control, Volume 19, Issue 9, 2013, 813-821 с.
3. Солодихина А.А., Боннет Я.В., Семейков И.С., Литняк И.Ю., Каменев Я.М., Борзенков М.А., Плотников В.А. Автоматизация сбора экологических данных и поиск габаритного мусора и затонувшей техники гибридным необитаемым подводным аппаратом // В сборнике: Байкал 2018 Сборник статей Международной научно-практической конференции. 2018. С. 223-228.

## **ПРИМЕНЕНИЕ ЗАМЕДЛЯЮЩИХ СИСТЕМ И МЕТАМАТЕРИАЛОВ В БИМЕДИЦИНСКОЙ ТЕХНИКЕ**

*А.Д. Кузнецов*

*Национальный исследовательский университет  
«Высшая школа экономики»,  
департамент электронной техники  
МИЭМ НИУ ВШЭ*

#### **Аннотация**

В работе проводится исследование физических и конструктивных свойств электродинамических замедляющих систем и метаматериалов, и области их применения. Изучаются существующие варианты применения замедляющих систем и метаматериалов в биомедицинской технике. Рассматриваются возможности улучшения характеристик устройств биомедицинской техники за счёт применения замедляющих систем и метаматериалов.

#### **Введение**

До начала активного развития электроники управление характеристик электродинамических волн было затруднительно, поскольку использовались лишь структуры, встречающиеся в природе, поэтому, с этой целью, в течение долгого времени создавались искусственные структуры, одним из которых были замедляющие системы и метаматериалы. Использование не встречающихся в природе электродинамических характеристик этих материалов нашло применение во многих областях: от науки и промышленности до бытовых устройств [1]. Фундаментальная потребность человека в вызывании подталкивала на применение новейших достижений электроники в биомедицинской технике, что и обеспечило применение в ней замедляющих систем и метаматериалов, интерес к которым не прекращается до сих пор.

#### **Рассмотрение физических и конструктивных свойств замедляющих систем и метаматериалов**

Основная цель применения замедляющих систем – обеспечение уменьшения фазовой скорости электромагнитной волны по сравнению со скоростью света (то есть создание медленных волн). Медленные волны обладают рядом особых свойств, таких как обеспечение концентрации электромагнитного поля в заданной области пространства, зависимость характеристик структуры от параметров окружающей среды, возможность управления распределением электромагнитной энергии [1].

Основные области применения замедляющих систем следующие [1]:

- создание малогабаритных электродинамических устройств для микроволновой электроники;
- разработка устройств для процесса электромагнитного нагрева;
- разработка элементов аппаратно-программных комплексов для измерения физических величин и мониторинга технологических процессов.

Метаматериалы – искусственно сформированные среды, обладающие электромагнитными или акустическими характеристиками, труднодостижимыми или не встречающимися в природе. Основное свойство метаматериалов – изменение относительных диэлектрической и магнитной проницаемостей. Это даёт возможность использовать их для уменьшения размеров антенных элементов, достигая узкой направленности элементарных излучателей, изготавливать антенны поверхностных волн [2].

#### **Применение в биомедицинской технике**

Создание эффективных излучателей на основе асимметрично – симметричных замедляющих систем позволяет создавать устройства для микроволновой физиотерапии («Ко Терм» (Швейцария), МАВИТ (Россия) и т.д.) [3].

Возбуждение с помощью встречно-штыревого преобразователя, являющегося одним из видов замедляющих систем, поверхностных акустических волн [4] позволяет создавать устройства анализа антигенов в жидкостях организма [5].

Обеспечение заданной направленности антенн на основе метаматериалов и излучателей на базе замедляющих систем, использующихся в томографии (магнитно-резонансной, магнитно-волновой) для решения ряда фундаментальных проблем, связанных с точностью контроля и измерений [6, 7].

Использование кольцевых резонаторов [1] для создания устройств обнаружения циркулирующих клеток опухоли, посредством анализа электромагнитных характеристик В-лимфоцитов и Т-лимфоцитов [8], а также биосенсоров, отслеживающих отклонение от нормальных электромагнитных показателей в безопасном для человека диапазоне частот [9].

Уменьшение размеров антенных элементов и сужение направленности излучателей на основе метаматериалов может повысить точность измерений, таких как измерение пульса сонной артерии бесконтактным методом [10]. Эта физическая особенность может использоваться в развивающейся сфере производства нитевидных и носимых устройств, для постоянного контроля состояния здоровья человека [11].

В ходе проектирования различных медицинских устройств учёными используются модели различных частей тела человека. Создание этих моделей неосуществимо без знания истинных значений электромагнитных характеристик тканей человека. Замедляющие системы позволяют измерять и контролировать эти величины [11, 1].

#### **Заключение**

Таким образом, в работе рассмотрен ряд устройств биомедицинской техники, функции которых непосредственно связаны с применением в них замедляющих систем и метаматериалов.

#### **Список литературы:**

1. Радиоволновые элементы технологических приборов и устройств с использованием электродинамических замедляющих систем / Елизаров А. А., Пчельников Ю. Н. // М.: Радио и связь, 2002. – 200 с. - ISBN 5-256-01597-4.
2. В. Слосар. Метаматериалы в антенной технике: основные принципы и результаты / В. Слосар // Первая мая – 2010 – 3-4 – с.44-60.

3. Исследование замедляющей системы типа «коаксиальная ребристая линия» и разработка СВЧ устройств на ее основе / Шаймарданов Р. В. // Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук. МИЭМ НИУ ВШЭ, 2016.
4. Direct piezoelectric coupling to surface elastic waves / R. M. White, F. W. Voltmer // Applied Physics Letters – 1965 – Vol.7, Num. 12 – P. 314.
5. Immunosensor using 250 MHz shear horizontal surface acoustic wave delay line / H. Yatsuda, T. Kogai, M. Goto, K. Kano, N. Yoshimura // Proceedings of 2018 Asia-Pacific Microwave Conference.
6. Инструментальные методы исследования физических полей биологических объектов / Елизаров А. А. // Измерительная техника – 1997 – № 7 – с. 62-67.
7. Микроволновая томография биологических объектов / Семенов С. Ю. // Диссертация на соискание ученой степени доктора физико-математических наук. РИЦ «Курчатовский институт», 1999.
8. Orthogonally-face-to-face Type of Micro-electrode with Ring Resonator for Circulating Tumor Cell Detection / S. Sora, K. Kumahara, M. Eguchi, F. Kuroki, T. Yamakawa, F. Tanaka // Proceedings of 2018 Asia-Pacific Microwave Conference.
9. Single Port Bio-Sensor Design Using Metamaterial Split Ring Resonator / M. Hussein, Othman Al Aidaros, M. Khalil, Sultan Al Neyadi, M. Asad // December 2016. – Conference Paper.
10. Contactless Carotid Pulse Measurement Using Continuous Wave Radar // K. Shi, S. Schellenbergery, T. Steigleder, F. Michler, F. Lurz, R. Weigel, A. Koelpiny // Proceedings of 2018 Asia-Pacific Microwave Conference.
11. Antennas and Propagation for Body-Centric Wireless Communications / Hall P. S., Hao Y. // Artech house Boston. London – 2006 – P. 295.

## ИССЛЕДОВАНИЕ СТАНДАРТА РАДИОЧАСТОТНОЙ ИДЕНТИФИКАЦИИ EPC CLASS 1 GENERATION 2

*И.Р. Лаврухин, С.В. Баткевич*  
Национальный исследовательский университет  
«Высшая школа экономики»,  
департамент электронной инженерии  
МИЭМ НИУ ВШЭ

### Аннотация

Работа направлена на исследование стандарта радиочастотной идентификации EPC Class 1 Generation 2 [1]. Данное исследование направлено на определение параметров протокола, влияющих на характеристики RFID-системы. Это, в свою очередь, поможет настроить всю систему радиочастотной идентификации таким образом, чтобы иметь максимальную производительность. Исследования такого рода применимы в автоматизированной системе «Умные примерочные».

### Введение

Автоматизированная система «Умные примерочные» предназначена для применения в торговле промышленными товарами и логистике с использованием технологии радиочастотной идентификации RFID (860-960 МГц) [2]. «Умные примерочные» позволяют автоматизировать многие процессы, которые пока выполняет человек. Кроме этого, они создают исключительный сервис, помогающий каждому человеку, который воспользуется ими, идеально подобрать не только тот товар, который он хочет приобре-

сти в данный момент, но и тот товар о котором он еще даже не думал до прихода в магазин.

Система «Умные примерочные» описывается, как и любая другая RFID-система. Система радиочастотной идентификации (RFID, Radio Frequency Identification) представляет из себя беспроводную систему автоматической идентификации объектов, в которой при помощи радиосигналов считываются или записываются данные, которые хранятся в RFID-метках (RFID-tag) [3].

Каждую RFID-систему можно представить в виде двух взаимодействующих компонентов: считывающего устройства (считыватель, RFID-reader) и транспондера, или метки (RFID-tag).

### Идентификация меток EPC Class 1 Generation 2

Для инвентаризации самых близких меток, считывателю нужно получить от каждой из всех сообщений, которое содержит идентификатор метки. Данная ситуация называется задачей множественного опроса, при котором в общем случае число меток неизвестно. Самый рациональный способ решить задачу множественного доступа в такой ситуации, при условии того, что метки не могут слышать друг друга, использование протокола дискретная ALOHA. Данный протокол адаптирован к использованию в EPC Class 1 Generation 2 [4].

Последовательность сообщений, которые используются для идентификации метки, показана на рис. 1. В первый слот (слот 0) считыватель направляет сообщение Query, для запуска процесса. Каждое новое сообщение Query подается в следующий слот. Считыватель сообщает меткам диапазон слотов, по которым можно рандомизировать передачи.

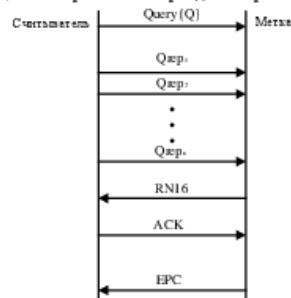


Рис. 1. Пример обмена сообщениями для идентификации метки

Каждая метка выбирает случайный слот, в котором она может отвечать. Однако, когда метки начинают отвечать, то не сразу посылают считывателю свои идентификаторы. Сначала они посылают короткое 16-битовое случайное число в сообщении RN16. Если коллизии отсутствуют, считыватель получает это сообщение и посылает собственное сообщение ACK. На этом этапе метка получает слот и посылает свой идентификатор EPC.

Обмен происходит таким образом потому, что идентификаторы EPC — длинные, поэтому коллизии, которые содержали бы в себе эти сообщения были бы очень накладными. Вместо этого используется короткий обмен, для проверки на безопасное использование слота меткой с целью переслать свой идентификатор. После успешной передачи своего идентификатора, метка временно перестает отвечать на новые сообщения Query, чтобы можно было идентифицировать остальные метки.

Главная проблема, которая стоит перед считывателем — определение такого количества слотов, чтобы избежать коллизий, при этом не задействовать слишком большого количества слотов, так как от этого зависит производительность. В случае, когда считыватель видит слишком

**Межвузовская научно-техническая конференция студентов,  
аспирантов и молодых специалистов им.Е.В.Арменского.  
Материалы конференции.**

ISBN 978-5-94768-074-4



Подписано в печать 11.02.2019 г. Формат 60x84/8. Бумага офсетная №2.  
Печать ризография. Усл.печ.л. 34,75. Уч.-изд.л. 31,28. Тираж 100 экз.  
Европейский центр по качеству