

Министерство образования и науки Российской Федерации  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ИМЕНИ Н.Г. ЧЕРНЫШЕВСКОГО»

*Кафедра компьютерной физики и метаматериалов  
на базе Саратовского филиала  
Института радиотехники и электроники  
имени В.А. Котельникова РАН*

**ПРОБЛЕМА КОЛЛИЗИЙ В ТЕХНОЛОГИИ  
РАДИОЧАСТОТНОЙ ИДЕНТИФИКАЦИИ ОБЪЕКТОВ**

АВТОРЕФЕРАТ ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ  
(БАКАЛАВРСКОЙ) РАБОТЫ  
студента 4 курса 432 группы  
направления 03.03.02 «Физика» физического факультета  
Селеверстова Андрея Антоновича

Научный руководитель  
к.ф.-м.н. доцент А.С. Ремизов

Заведующий кафедрой  
д.ф.-м.н. профессор В.М. Аникин

Саратов

2018

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

**Актуализация проблемы.** Технологию RFID – Radio Frequency Identification (радиочастотная идентификация) – трудно назвать совершенно новой. Впервые идея радиочастотной идентификации получила практическое применение еще во время второй мировой войны для нужд военного комплекса США, для распознавания замаскированных вражеских самолетов. Первые устройства были запатентованы в 1966 году. Технологию рассекретили, но к 90-м годам прошлого века она использовалась лишь в государственных целях. В основном в вопросах обеспечения безопасности, контроля доступа и контроля движения общественного транспорта.

Однако благодаря процессу непрерывной и все возрастающей информатизации инфраструктуры развитых стран, технология радиочастотной идентификации все больше проникает в различные аспекты общественной жизни.

Сегодня повсеместное использование RFID-меток стало привычным современному человеку: в магазинах, на производстве, на складах, в транспорте они выполняют функции контроля отслеживания движения, хранения информации, работают пропусками, защитой от воров и уникальными идентификаторами, подтверждением подлинности. Эта распространенная технология, сохраняя свою **актуальность**, находит все больше и больше применений, развиваясь и трансформируясь под контекст определенных задач.

RFID используется в различных областях где актуально автоматическое получение данных об объектах, некоторый физический объект связывается с цифровыми атрибутами (например, описание товара, его стоимость, дата и порядок отгрузки, или пациент и его состояние, или работник в шахте). В этом смысле технология RFID похожа по функциям на штрих-коды или QR-коды, но обладает существенными преимуществами в эксплуатации и позволяет использовать более защищенные протоколы.

Как и в любой технологии, в технологии радиочастотной идентификации присутствуют специфические проблемы, например проблема коллизий, которая возникает при необходимости прочитать более чем одну метку в зоне опроса одного считывателя. Сигналы идентификаторов могут накладываться друг на друга (коллизия), искажаясь и не давая считывателю возможности получить достоверную информацию. Должен быть механизм для разрешения коллизий, чтобы считыватель мог корректно определить все уникальные метки. Существуют различные алгоритмы и протоколы организации коммуникаций в RFID системах, с учетом разрешения коллизий. Постоянно ведется работа над улучшением антиколлизионных алгоритмов, повышением скорости распознавания меток при том или ином типе множественного доступа. Так, **одной из перспективных технологий** построения RFID систем является создание меток на поверхностных акустических волнах (ПАВ), соответственно **актуальным** является построение антиколлизионной защиты для такого типа меток, работы в этой области ведутся как зарубежными, так и российскими учеными.

**Целью** данной работы ставится изучение основных возможностей технологии радиочастотной идентификации, проблемы коллизий при множественном доступе и вариантам решения этой проблемы.

**В задачи** работы входит:

- 1) изложение теоретических материалов о принципах работы, сферах применения и компонентах RFID-систем;
- 2) описать проблему коллизий, дать классификацию антиколлизионных протоколов;
- 3) привести примеры антиколлизионных алгоритмов различных типов.

**Структура и объем работы.** Выпускная квалификационная работа (ВКР) изложена на 36 страницах, состоит из введения, 3 разделов, и заключения. Библиографический список включает 18 наименований. Текст содержит 4 таблицы и иллюстрирован 17 рисунками.

## СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

В главе 1 ВКР даются общие сведения о технологии RFID, понятие и принцип работы, классификация RFID-меток, классификация RFID-считывателей, область применения

В главе 2 рассматривается проблема коллизий и средства их разрешения. Проводится классификация антиколлизийных протоколов, рассматриваются антиколлизийные алгоритмы и стандарты.

В главе 3 разбираются примеры антиколлизийных алгоритмов – семейство алгоритмов ALOHA, пример вероятностного алгоритма из стандарта Gen2, пример детерминированного алгоритма (бинарного), идея пространственных (SDMA) алгоритмов.

Принцип работы RFID-системы прослеживается из рисунка 1.



Рисунок 1. Схема работы RFID-системы

В ВКР детально классифицируются все элементы представленной на рисунке 1 системы идентификации.

Как правило, при создании RFID систем несколько меток оказываются в зоне действия одного считывателя и выработанный им импульс опроса вызывает одновременный отклик целой группы меток (рисунок 2). Если не предпринять специальных мер, такая ситуация приводит к коллизии (конфликту) меток. Коллизия – это событие, которое заключается в таком нало-

жении друг на друга ответных сигналов нескольких меток, которое приводит к искажению данных, принимаемых считывателем.

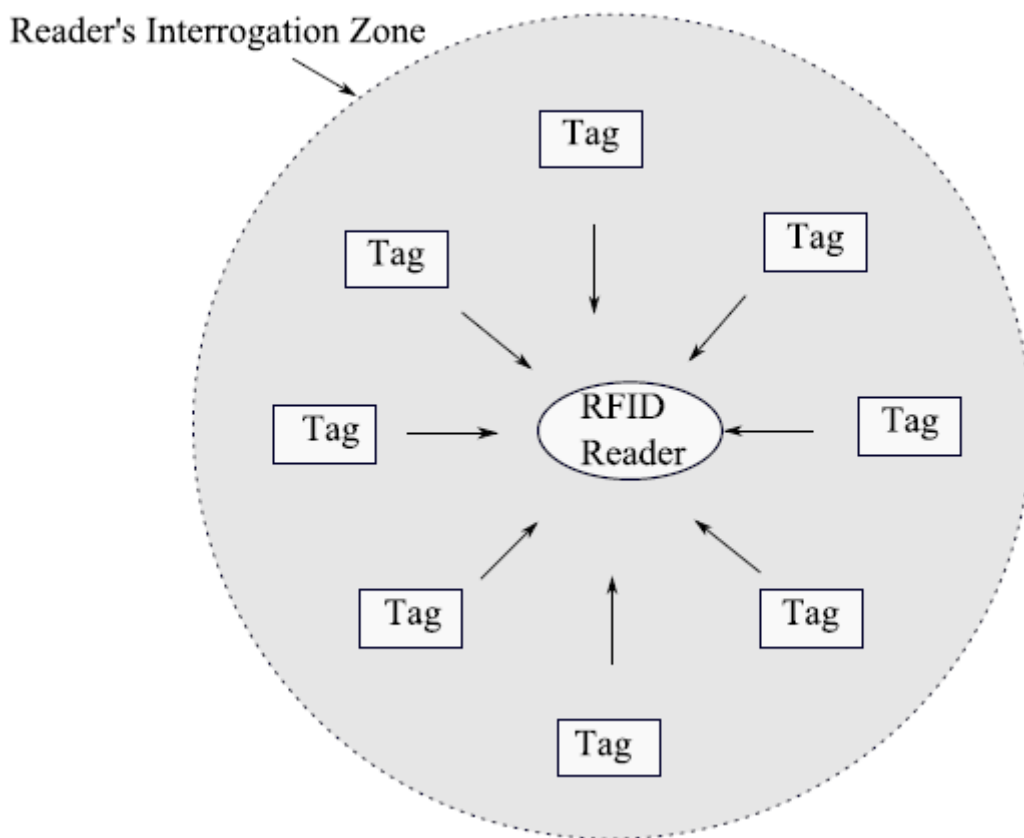


Рисунок 2. Зона опроса считывателя очерчена пунктирной линией.

Для выделения и идентификации отдельного транспондера из группы аналогичных устройств применяются различные антиколлизийные методы множественного доступа. Различают четыре основных метода мультидоступа:

с разделением в пространстве, использующие определенный ресурс (пропускную способность канала) в пространственно разделенных областях (множественный доступ с пространственным разделением каналов, space division multiple access (SDMA));

с разделением по частоте, использующие методы, в которых участникам коммуникации одновременно доступно несколько каналов передачи на разных несущих частотах (множественный доступ с частотным разделением, frequency division multiple access (FDMA));

с разделением по времени, использующие методы, в которых вся доступная пропускная способность канала делится между участниками во времени, так называемые вероятностные методы (множественный доступ с временным разделением, time division multiple access (TDMA));

с разделением по коду, которые основываются на использовании радиочастотных меток, которые идентифицируются уникальным порядковым номером, так называемые детерминированные методы (множественный доступ с кодовым разделением каналов, code division multiple access (CDMA)).

На рисунке 3 представлена классификация антиколлизийных протоколов в контексте различных типов множественного доступа.

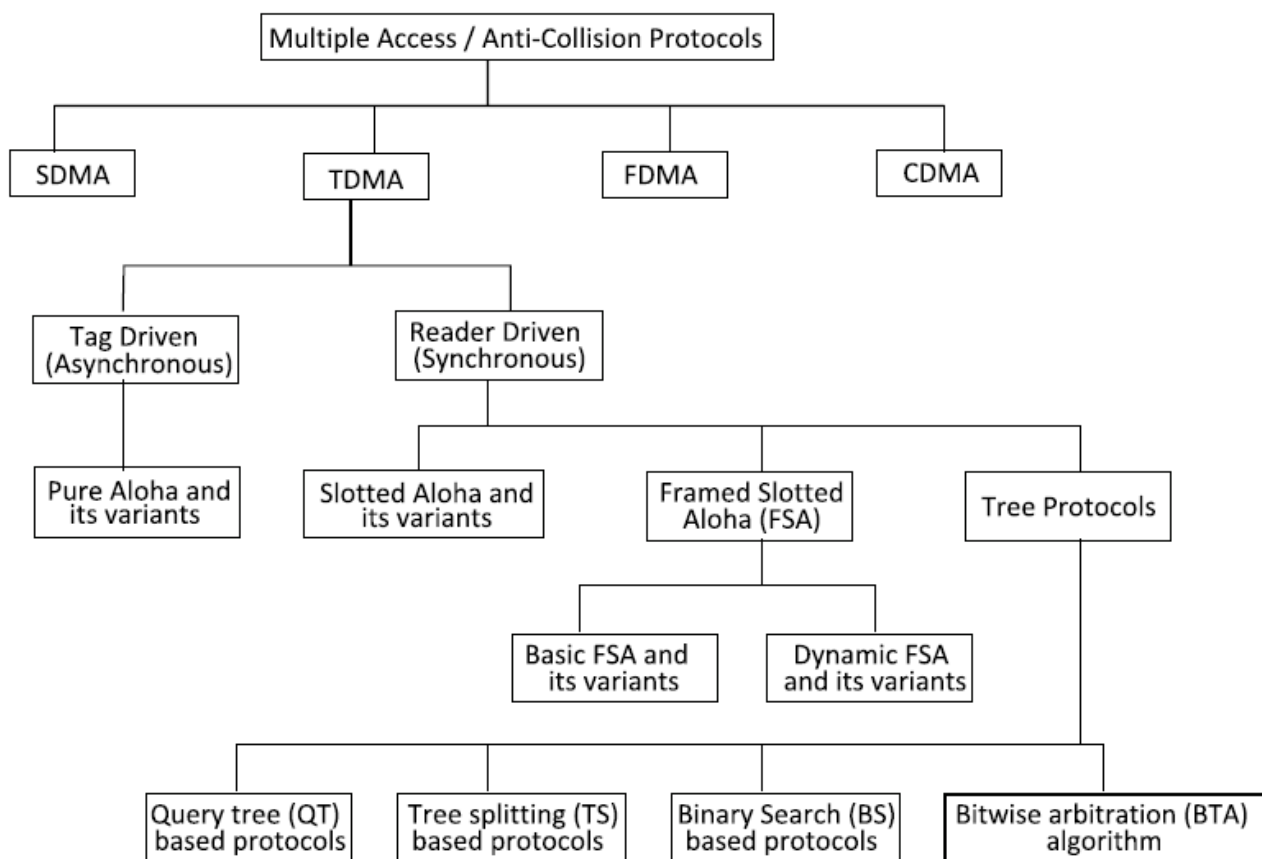


Рисунок 3. Классификация антиколлизийных протоколов

Типы антиколлизийных протоколов, алгоритмов и процедур детально рассмотрены в ВКР.

## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

В работе приведены общие сведения о технологии RFID, обзор и примеры антиколлизийных алгоритмов.

Наиболее широкое распространение в радиочастотной идентификации, благодаря своей надежности и простоте реализации, получили методы устранения коллизий при типе множественного доступа с разделением по времени (вероятностные алгоритмы, такие как вариации Aloha или алгоритмы стандарта gen-2).

Постоянно ведется работа как над улучшением антиколлизийных алгоритмов, повышением скорости распознавания меток, так и над созданием новых типов меток и считывателей.

Например, одной из перспективных технологий построения RFID систем является создание меток на поверхностных акустических волнах (ПАВ), соответственно актуальным является построение антиколлизийной защиты для такого типа меток, работы в этой области ведутся как зарубежными, так и российскими учеными.

## **СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ**

1. Верзун Н. А., Колбанёв М. О., Омелян А. В. RFID-технологии для эффективности и безопасности документооборота // Технологии информационно-экономической безопасности. СПб.: СПбГЭУ. 2016. С. 44–51.
2. Шарфельд Т. Системы RFID низкой стоимости. М., 2006. 197 с.
3. Верзун Н. А., Колбанёв М. О., Коршунов И. Л., Микадзе С. Ю. Основы моделирования информационных систем множественного доступа. СПб.: СПбГЭУ. 2015. 138 с.
4. Верзун Н. А., Колбанёв М. О., Омелян А. В. Регулируемый множественный доступ в беспроводной сети умных вещей // Омский научный вестник. Серия: Информатика, вычислительная техника и управление. 2016. № 4 (148). С. 147–151.

5. Власов, М. RFID. 1 технология – 1000 решений. Практические при-меры использования RFID в различных областях [Текст] / М. Власов. – М. : Альпина Паблишер, 2015. – 218 с.
6. Дмитриев В. Ф. и др. Исследование корреляционного метода для решения задачи анти-коллизии для систем радиочастотной идентификации на ПАВ // Информационно-управляющие системы. 2009. № 5. С. 48–53.
7. 4. Бхуптани, М. RFID-технологии на службе вашего бизнеса [Текст] / М. Бхуптани, Ш. Морадпур. – М. : Альпина Диджитал, 2011. – 350 с.
8. Верзун Н. А., Колбанёв М. О., Шамин А. А. Энергетическая эффективность взаимодействия в беспроводных сенсорных сетях // Информационные технологии и телекоммуникации. 2017. Т. 5. № 1. С. 88–96.
9. Финкенцеллер, К. Rfid-технологии [Текст] / К. Финкенцеллер. – М. ДМК Пресс, Додэка XXI, Hanser Publishers, 2016. – 490 с.
10. Сэмюэл Грингард. Интернет вещей: Будущее уже здесь = The Internet of Things. — М.: Альпина Паблишер, 2016. — 188 с
11. D. Klair, K. Chin & R. Raad, "A survey and tutorial of RFID anti-collision protocols", IEEE Communications Surveys & Tutorials, vol. 12, (3) pp. 400-421, 2010.
12. D. Klair, K.-W. Chin, and R. Raad, "On the energy consumption of pure and slotted Aloha anti-collision protocols in RFID-enhanced wireless sensor nodes", in Elsevier Computer Communications., 2009. In Press.
13. Geng Shu-qin, Wu Wu-chen, Hou Li-gang and Zhang Wang. "Anti-Collision Algorithms for Multi-Tag RFID". Radio Frequency Identification Fundamentals and Applications Bringing Research to Practice, Cristina Turcu (Ed.) 2010.
14. EPC™ Radio-Frequency Identity Protocols Generation-2 UHF RFID. Specification for RFID Air Interface Protocol for Communications at 860 MHz – 960 MHz. Version 2.0.0. [Электронный ресурс] URL: [https://www.gs1.org/sites/default/files/docs/epc/uhf1g2\\_2\\_0\\_0\\_standard\\_20131101.pdf](https://www.gs1.org/sites/default/files/docs/epc/uhf1g2_2_0_0_standard_20131101.pdf)



15. EPC™ Radio-Frequency Identity Protocols Class-1 Generation-2 UHF RFID. Protocol for Communications at 860 MHz – 960 MHz. Version 1.2.0. [Электронный ресурс] URL:

[https://www.gs1.org/sites/default/files/docs/epc/uhfclg2\\_1\\_2\\_0-standard-20080511.pdf](https://www.gs1.org/sites/default/files/docs/epc/uhfclg2_1_2_0-standard-20080511.pdf)

16. Стандарты GS1. [Электронный ресурс] URL: <http://uhf-rfid.info/technology/standards/gs1-standards/>

17. RFID стандарты ISO/IEC/EPC Global [Электронный ресурс] URL: [http://www.keytex.ru/index.php?page=rfid\\_standart](http://www.keytex.ru/index.php?page=rfid_standart)

18. Верзун Н. А., Колбанёв М. О., Воробьева Д.М. Корреляционные алгоритмы антиколлизии для RFID систем. // Информационные технологии и телекоммуникации, том 6, №1, март 2018, с.82-91