

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

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

**МОДЕЛИРОВАНИЕ АНТИКОЛЛИЗИОННЫХ ПРОТОКОЛОВ РАДИО-
ЧАСТОТНОЙ ИДЕНТИФИКАЦИИ**

АВТОРЕФЕРАТ

ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ (МАГИСТЕРСКОЙ) РАБОТЫ

студента 2 курса 256 группы

направления 03.04.02 «Физика» физического факультета

Селивёрстова Андрея Антоновича

Заведующий кафедрой
д. ф.-м. н., профессор

_____ В.М.Аникин

«08» 06.2020

Научный руководитель
д. ф.-м. н., профессор

_____ А.С.Ремизов

«08» 06.2020

Саратов
2020

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуализация работы. 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

ся построение антиколлизийной 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, моделирование и сравнение нескольких стандартных антиколлизийных протоколов.

В задачи работы входит:

- 1) изложение теоретической базы, необходимой в работе, описание проблемы коллизий;
- 2) рассмотрение антиколлизийных алгоритмов различных типов;
- 3) компьютерное моделирование вероятностного и детерминированного алгоритма на выбор, сравнение их эффективности

СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении излагаются аспектные характеристики работы – ее актуальность, цель и задачи исследования. обосновывается актуальность

В первой главе дается описание принципов построения и работы RFID систем.

Во второй главе рассматривается проблема коллизий, дается классификация антиколлизийных протоколов и стандартов.

Третья глава содержит описание некоторых классических алгоритмов, таких как вариации вероятностного алгоритма ALOHA, алгоритм из стандарта из стандарта Gen2, детерминированные алгоритмы и обсуждение нескольких перспективных разработок.

В Заключении представлены основные выводы по работе.

В стандарте Gen2 [14] используется случайный алгоритм выбора метки с чипом, в котором метки из зоны опроса выделяются без использования их идентификаторов. В основе такого алгоритма лежит следующая процедура:

Шаг 0. Считыватель тем или иным образом выбирает некоторое число Q .

Шаг 1. Считыватель просит все метки из зоны опроса сгенерировать два случайных числа в диапазонах, которые задает Q :

- первое число q_1 в диапазоне от 0 до $n = 2^Q - 1$, например, если $Q = 5$, то $q_1 = \{0, 1, \dots, 31\}$;
- второе число q_2 в диапазоне от 0 до $2^{n+1} - 1$, например, если $Q = 5$, то $q_2 = \{0, 1, \dots, 4294967295\}$.

Шаг 2. Считыватель просит ответить ему только те метки, которые выбрали первое число $q_1 = 0$.

Здесь возможны 3 случая:

- если ответило несколько меток, то считыватель увеличивает значение Q , тем самым уменьшая вероятность генерации одинаковых чисел разными метками, и возвращается к шагу 1;
- если нет ответа ни от одной из меток, считыватель уменьшает значение Q , тем самым увеличивая вероятность генерации числа 0 одной из меток, и возвращается к шагу 1;
- если отвечает одна метка, то переходит к шагу 3.

Шаг 3. Считыватель запрашивает у ответившей (выбранной) метки второе случайное число q_2 и далее использует его как временный идентификатор метки.

Шаг 4. Считыватель просит оставшиеся метки вычесть 1 из первого случайного числа q_1 и переходит к шагу 2.

И так до тех пор, пока не будут определены все метки.

Алгоритм позволяет по сравнению с алгоритмом АЛЮХА повысить:

- скорость поиска меток (до 1 500 меток/сек) и записи в них данных (до 16 меток/сек);

- информационную безопасность RFID системы, т. к. не требуется передавать через эфир уникальные идентификаторы меток.

В работе сделана программная реализация модели алгоритма на языке java, результаты моделирования приведены в четвертой главе. Проведено несколько испытаний.

Зависимость количества опросов группы из ста меток ридером, необходимых для полной идентификации, от номера испытания, можно посмотреть на рис.1

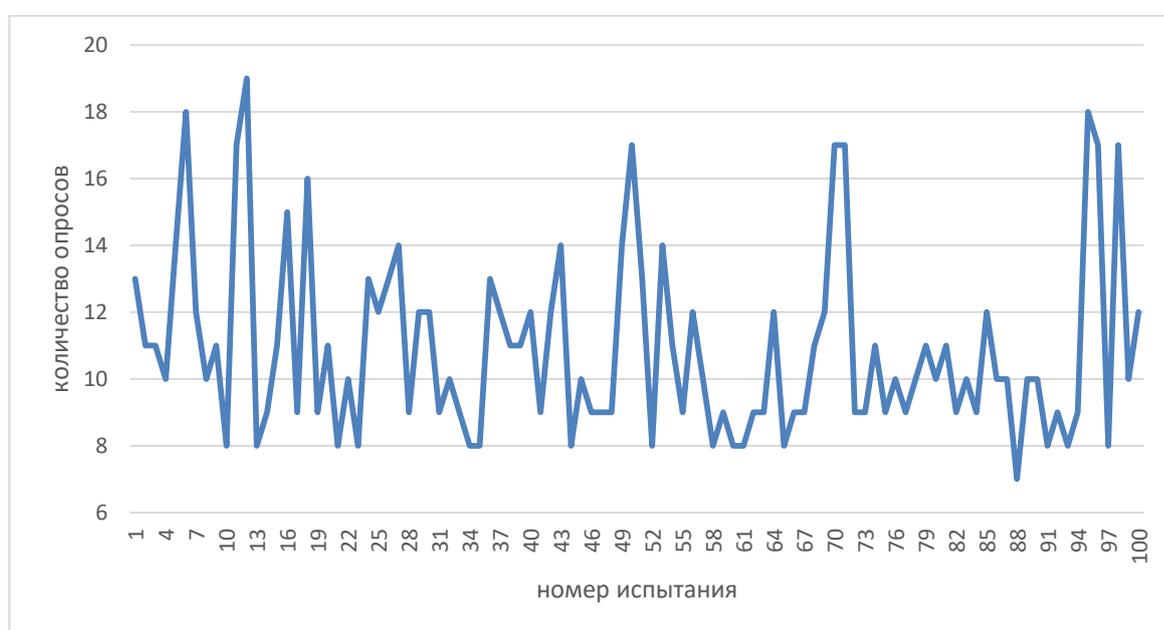


Рисунок 1 – Число опросов группы из ста меток до полной идентификации в серии из ста испытаний

Поскольку алгоритм вероятностный, наблюдается значительный разброс по количеству опросов (от 7 до 19).

Дальнейшие испытания проводились с усреднением по количеству опросов. Посмотрим, как число опросов зависит от количества меток и параметра Q. Для этого было сделано несколько прогонов модели, при фиксированном Q и числе меток проводилось 100 испытаний и делалось усреднение по числу опросов для данных параметров. Ридеры стандарта EPC Gen2 могут считывать одновременно до 300 уникальных меток в зоне регистрации, поэтому количество меток при моделировании менялось от 30 до 300, с шагом 30. Значения пара-

метра Q при этом были выбраны такие: 3, 5, 8, 13. Получившиеся результаты представлены в таблице 1.

Таблица 1. Результаты моделирования

Кол-во меток	Среднее число опросов из 100 испытаний			
	Q=3	Q=5	Q=8	Q=13
30	9	7	7	12
60	11	9	8	12
90	12	10	9	11
120	13	11	9	11
150	13	12	9	13
180	14	12	10	12
210	15	13	10	12
240	15	12	10	12
270	15	13	11	11
300	15	13	11	12

Графически эти результаты представлены на рис. 2. Как видно из таблицы и графиков, при увеличении параметра Q среднее число опросов, необходимых для полной идентификации всех меток в группе сокращается, но до определенного предела, при дальнейшем увеличении число опросов начинает расти. По-видимому, оптимальное значение находится где-то между 8 и 13.

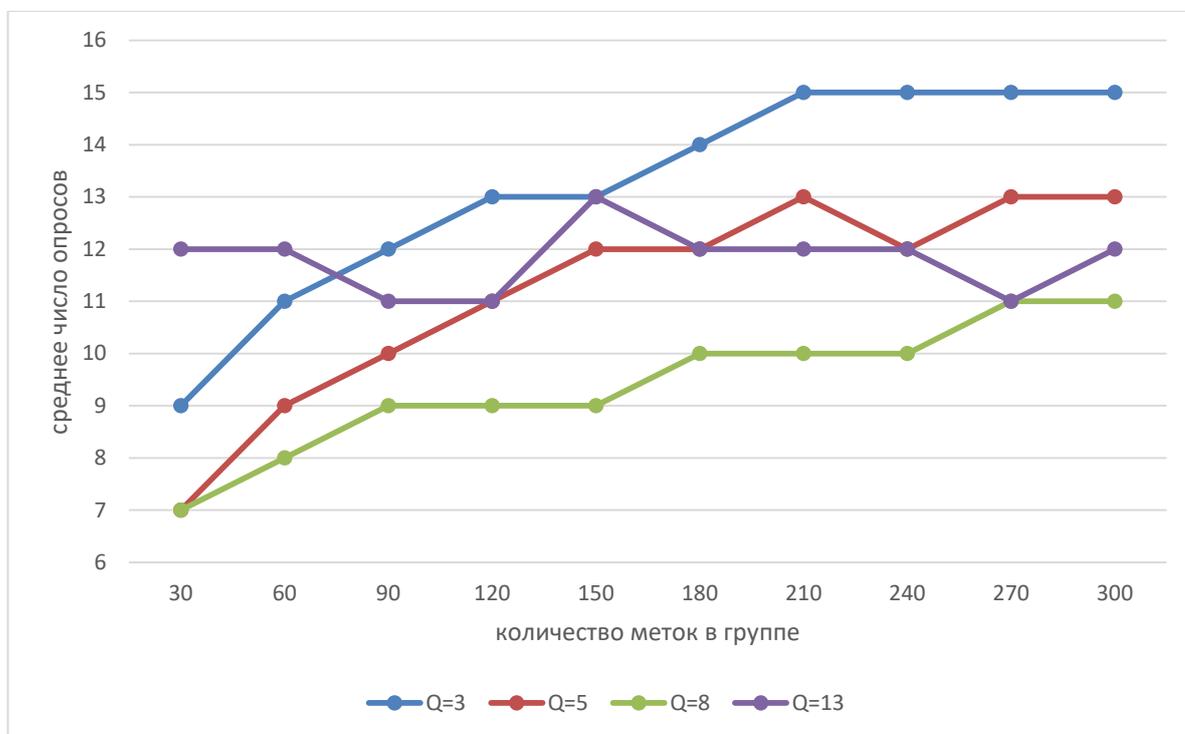


Рисунок 2 – Среднее число опросов в зависимости от числа меток в группе при различных значениях параметра Q .

ОСНОВНЫЕ ВЫВОДЫ

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

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

Осуществлено компьютерное моделирование алгоритма gen2.

Построена зависимость количества опросов группы из ста меток, необходимых для полной идентификации, от номера испытания.

Дальнейшие испытания проводились с усреднением по количеству опросов.

Ридеры стандарта EPC Gen2 могут считывать одновременно до 300 уникальных меток в зоне регистрации. Проанализировано поведение алгоритма при изменении параметра Q и количества меток от 30 до 300 с шагом 30. Построены зависимости среднего числа опросов от количества меток при различных значениях параметра. Усреднение проводилось по сотне испытаний для каждой группы меток.

При увеличении параметра Q среднее число опросов, необходимых для полной идентификации всех меток в группе сокращается, но до определенного предела, при дальнейшем увеличении число опросов начинает расти. По-видимому, оптимальное значение находится где-то между 8 и 13.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Верзун Н. А., Колбанёв М. О., Омельян 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., Омельян 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 примеры 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/uhfc1g2_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/uhfc1g2_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
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