

## ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЙ СЕНСОРНЫЙ RFID ТРАНСПОНДЕР С ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОЙ СХемой ИЗМЕРЕНИЕМ ФИЗИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ СРЕДЫ

Ю. Р. ПОБУДЕЙ, И. Д. МАРТЫНЕНКО, В. Б. КИРИЛЬЧУК

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,  
(г. Минск, Республика Беларусь)

E-mail: imartynenko082@gmail.com

**Аннотация.** Приводится идентификационно-сенсорная платформа на базе технологии радиочастотной идентификации с использованием дифференциального метода контроля локальных значений электропроводности жидкости. Разработанная платформа включает в себя: считыватель со специализированным программным обеспечением, RFID-метки ближнего поля интегрированные в тело антенны, датчик измерения электропроводности, опорный элемент, антенну и программное обеспечение управления считывателем.

**Abstract.** An identification-sensor platform based on radio frequency identification technology using a differential method for monitoring local values of electrical conductivity of a liquid is presented. The developed platform includes: a reader with specialized software, near-field RFID tags integrated into the antenna body, an electrical conductivity sensor, a reference element, an antenna and control software for the reader.

### Введение

Технология радиочастотной идентификации (RFID-Radio Frequency Identification) УВЧ диапазона (860 - 960 МГц) используется для автоматического отслеживания, обнаружения, локации и идентификации объектов и является весьма актуальной технологией во многих компьютерных приложениях. Радиочастотная идентификация реализуется в виде радиотехнических систем, состоящих из приёмопередающего устройства или считывателя и радиометки. В пассивных системах RFID необходимую для активации мощность метки извлекает из антенны при воздействии на неё ЭМП УВЧ диапазона, созданного считывателем [1]. Активированный чип, входящий в состав метки, изменяет импеданс нагрузки антенны в соответствии с заложённой в его память информацией и тем самым модулирует отражённый ответный сигнал, детектируемый приёмным устройством считывателя [2].

### Конфигурация беспроводной идентификационно-сенсорной платформы с использованием опорного канала для измерения физических параметров среды

Большинство разработанных к настоящему моменту времени систем используют линейно поляризованные сигналы. В этом случае поляризационные потери в RFID системе отсутствуют, если излучение ридера также линейно-поляризованное и векторы поляризации считывателя и транспондера являются коллинеарными. Однако такое поляризационное согласование не всегда можно осуществить на практике. Наоборот, в общем случае транспондеры могут быть случайным образом ориентированы относительно линейно поляризованной антенны считывателя, что приводит к неизбежным поляризационным потерям и, как следствие, к уменьшению расстояния чтения вплоть до полного отсутствия отклика транспондера, когда поляризации считывателя и транспондера оказываются ортогональными. Также, что даже при согласовании линейных поляризаций считывателя и транспондера неизбежны интерференционные минимумы (нули) при наличии в поле антенны считывателя проводников, например, проводящего пола или грунта.

Для анализа влияния интерференции рассматривалась модель помещения в виде узкого коридора рисунок 1.

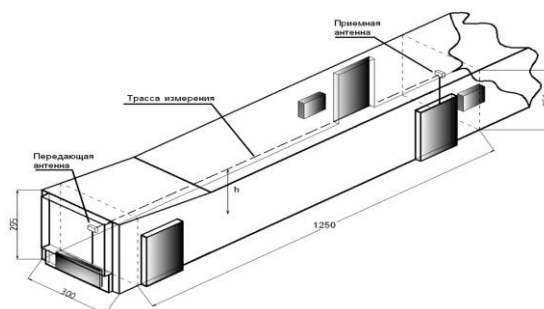


Рис. 1. Модель помещения

На рисунке 2 приведены результаты численного моделирования распределения поля вдоль трассы для помещения.

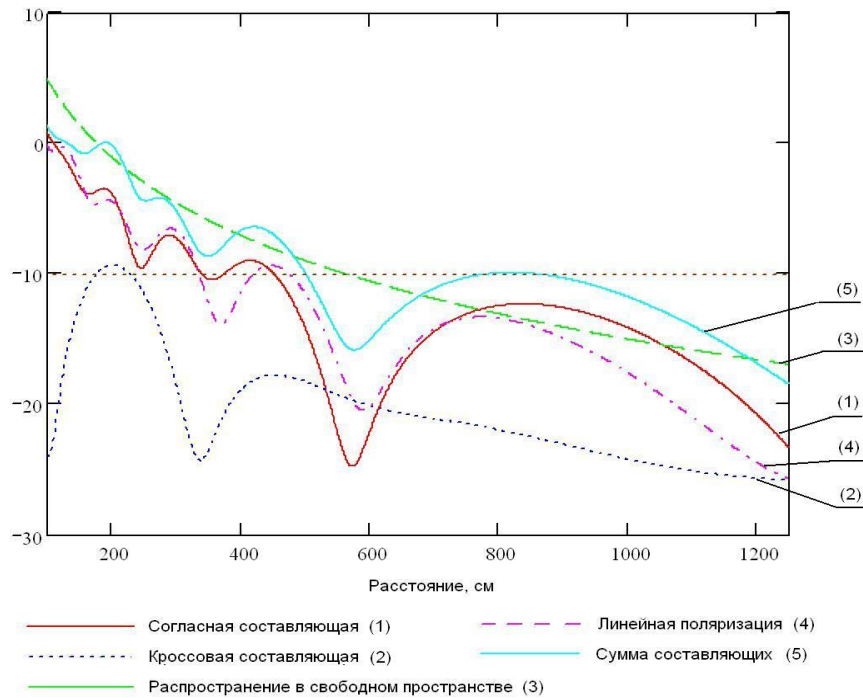


Рис. 2. Результаты численного моделирования

Для снижения ориентационной зависимости чувствительности расстояния чтения от направления транспондера в пространстве обычно используют считыватель, излучающий поле круговой поляризации. При этом возникают неизбежные потери на поляризационное рассогласование антенны считывателя и линейно-поляризованной антенны транспондера [3].

Для измерения параметров среды была использована система WISP (Wireless Identification and Sensing Platform), беспроводная идентификационно-сенсорная платформа), схема данной системы представлена на рисунке 3.

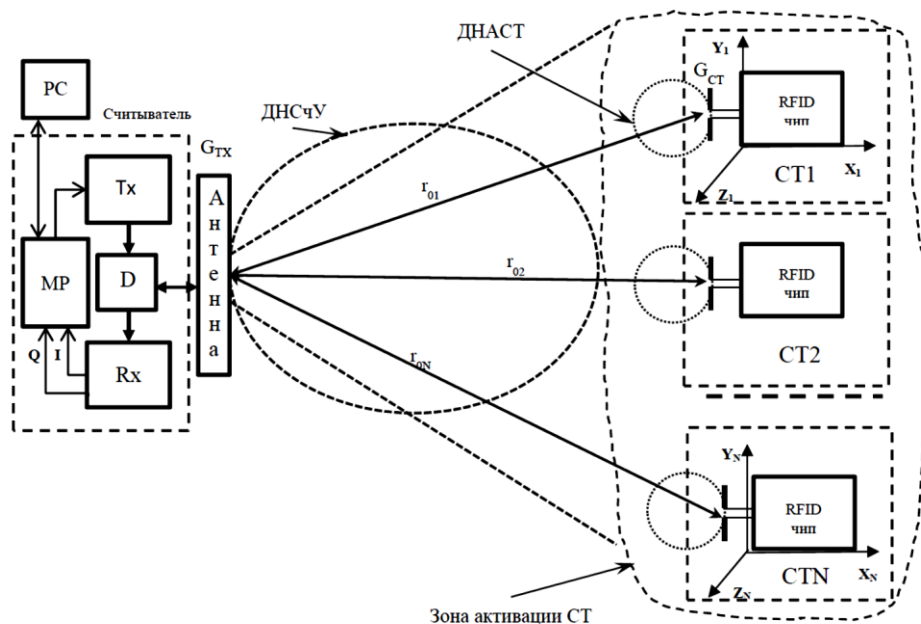
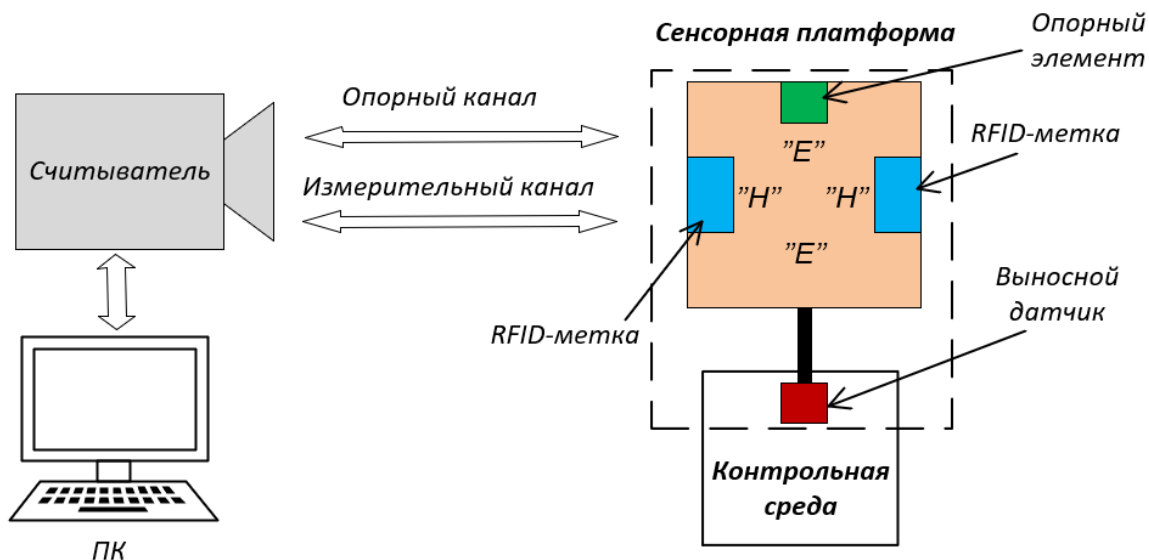


Рис. 3. Упрощенная схема беспроводной идентификационно-сенсорной платформы

Использование антенны с круговой поляризацией позволяет использовать дифференциальный метод измерения. Идея использования дифференциального метода измерения состоит в том, что используется опорный канал. И измерение локальных значений производится относительно опорного канала. Что позволяет учесть влияние интерференции в канале связи с сенсорной платформой. Данный метод возможно реализовать при помощи добавления опорного элемента и второй RFID-метки в конструкцию сенсорной платформы, изображённой на рисунке 4.



**Рис. 4.** Конфигурация беспроводной идентификационно-сенсорной платформы с использованием опорного канала для измерения физических параметров среды

Опорный элемент так же, как и чувствительный расположен в пучности электрического поля. Опорный элемент не подвержен изменению своих характеристик в зависимости от измеряемого параметра окружающей среды, что позволяет использовать для получения результатов измерений разность значений опорного элемента и датчика.

Измерение локальных параметров среды осуществляется исходя из разницы показаний чувствительного и опорного элемента. Это позволяет компенсировать паразитные влияния окружающей среды, такие как температура, влажность, давление и т. д., которые влияют на резонансные свойства антенны извне, а также параметры канала связи с транспондером такие как интерференция поля.

### Заключение

Применение антенны с круговой поляризацией позволяет снизить ориентационную зависимость транспондера относительно считывателя, а также позволяет использовать дифференциальный метод измерения. Дифференциальный метод измерения позволяет избавиться от влияния паразитных эффектов в канале связи на результаты измерения.

### Список использованных источников

1. K. Sohraby, D. Minoli, T. Znati «Wireless Sensor Networks: Technology, Protocols, and Applications» / Published by John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey , 2007 – 328 p.
2. Passive UHF RFID Tag Antennas-Based Sensing for Internet of Things Paradigm Backscattering and RF Sensing for Future Wireless Communication / Abubakar Sharif, Jun Ouyang, Kamran Arshad, Muhammad Ali Imran, and Qammer H. Abbasi. ed.: Edited by Qammer H. Abbasi, Hasan T. Abbas, Akram Alomainy, and Muhammad Ali Imran. 2021 John Wiley & Sons Ltd. Published 2021 by John Wiley & Sons Ltd. pp.133-155.
3. Pavel V. Nikitin. LabVIEW-Based UHF RFID / K. V. Seshagiri Rao // Tag Test and Measurement System IEEE TRANSACTIONS ON INDUSTRIAL ELECTRONICS, VOL. 56, NO. 7, 2009, pp. 2374-2380.
4. Measuring and Reporting Electrical Conductivity in Metal-Organic / URL: <https://core.ac.uk/download/pdf/157613355.pdf>.
5. Electrical Conductivity Measurement of Electrolyte Solution / URL: [https://www.jstage.jst.go.jp/article/electrochemistry/90/10/90\\_22-66111/\\_html/-char/en](https://www.jstage.jst.go.jp/article/electrochemistry/90/10/90_22-66111/_html/-char/en).