

Министерство образования Республики Беларусь
Учреждение образования
Белорусский государственный университет
информатики и радиоэлектроники

УДК 53.083

Скрабневский
Никита Олегович

Измеритель локальных уровней электромагнитных излучений с
использованием метода обратного рассеяния

Автореферат
на соискание степени магистра технических наук
по специальности 1-39 80 01 «Радиосистемы и радиотехнологии»

Научный руководитель
Кирильчук Валерий Борисович
Кандидат технических наук, доцент

Минск 2024

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время с развитием технологий связи, таких как 5G и Интернет вещей (*IoT*), вопросы, связанные с измерением и контролем электромагнитных излучений, становятся все более актуальными и важными. Электромагнитные поля широко используются в беспроводных коммуникационных системах для передачи данных, и их уровни могут значительно варьироваться в зависимости от местоположения и условий окружающей среды. Определение уровня напряженности электромагнитного поля является важным аспектом обеспечения безопасности и здоровья человека, поскольку существует ряд исследований, указывающих на потенциальные вредные эффекты длительного воздействия электромагнитных полей на организм человека.

В контексте современных технологий, таких как 5G и *IoT*, увеличение числа устройств, использующих беспроводные сети, приводит к увеличению общего уровня электромагнитного загрязнения в окружающей среде. Это может вызывать беспокойство относительно возможных негативных последствий для здоровья и окружающей среды. Таким образом, разработка эффективных и точных методов измерения и мониторинга уровней электромагнитных полей становится необходимой задачей для обеспечения безопасности и контроля за использованием беспроводных технологий.

В данной работе рассматривается метод обратной модуляции с использованием *RFID* (*Radio Frequency Identification*) меток в качестве датчиков для измерения локальных уровней электромагнитных излучений. Этот метод представляет собой эффективный и экономичный способ получения данных о уровнях электромагнитных полей в реальном времени с использованием уже существующей инфраструктуры беспроводных систем. Использование *RFID* меток как датчиков позволяет создавать распределенные сети мониторинга, что особенно важно для обеспечения широкого охвата и точности измерений в различных местах.

Целью данной работы является исследование и разработка метода измерения локальных уровней электромагнитных излучений с использованием метода обратной модуляции и *RFID* технологии, а также оценка его эффективности и применимости в контексте современных технологий беспроводной связи. Полученные результаты могут быть полезны для разработки систем мониторинга и контроля за электромагнитным загрязнением, а также для обеспечения безопасности и защиты здоровья человека.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Цель диссертации – разработка амплифазометра ближнего поля для реконструкции диаграмм направленности антенн в ближней и дальней зонах излучения.

Для достижения поставленной цели решались следующие задачи магистерской диссертации:

- выполнить анализ методов измерений уровней электромагнитных излучений в различных волновых зонах антенн;
- выполнить выбор и обоснование метода измерения амплитуды и фазы поля в ближней зоне испытываемой антенны;
- разработать функциональную схему системы для выполнения амплифазометрических измерений распределения напряженности поля в ближней зоне испытываемой антенны методом модуляции обратного рассеяния.

В настоящее время важную роль играют измерения электромагнитных излучений и мониторинг электромагнитной обстановки. Существуют различные методы определения уровней электромагнитных излучений. Наиболее перспективным методом в области измерения диаграмм направленности антенн является радиоголографический. Измерения электромагнитного поля в ближней зоне антенны позволяют определить диаграмму направленности антенны в дальней зоне. Существующие методы измерения используют оборудование, которое искажает результаты измерений и усложняет настройку. Для решения проблем вносимых измерительным оборудованием помех и положения предлагается использовать технологию *RFID*.

Личный вклад магистранта в работу.

1. Выполнен выбор и обоснование метода измерения амплитуды и фазы поля в ближней зоне испытываемой антенны,
2. Разработана функциональная схема системы для выполнения амплифазометрических измерений распределения напряженности поля в ближней зоне испытываемой антенны методом модуляции обратного рассеяния.

КРАТКОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Диссертация состоит из трех глав, введения и заключения.

Первая глава повествует об особенностях измерений локальных уровней электромагнитных излучений. Первая глава состоит из трех разделов. Первый раздел первой главы повествует о развитии метрологии электромагнитного поля в ближней зоне. Второй раздел первой главы описывает современные методы измерения характеристик антенн. Третий раздел первой главы описывает классификацию измерений напряженности электромагнитного поля.

Вторая глава повествует об особенностях формирования, построения и функционирования активных приборных структур, используемых для построения систем связи и вещания. Вторая глава состоит из двух разделов. Первый раздел второй главы состоит из четырех подразделов. Первый раздел второй главы описывает особенности существующих устройств измерения диаграммы направленности антенн. Первый подраздел первого раздела второй главы описывает радиологический способ определения диаграммы направленности антенны в диапазоне частот. Второй подраздел первого раздела второй главы описывает устройство для измерения диаграммы направленности антенны. Третий подраздел первого раздела второй главы описывает устройство для измерения амплитуды и фазы электромагнитного поля в ближней зоне. Четвертый подраздел первого раздела второй главы описывает способ контроля диаграммы направленности активной фазированной антенной решетки. Второй раздел второй главы описывает особенности технологии *RFID*.

Третья глава повествует о разработке метода измерения локальных уровней в ближней зоне электромагнитного поля с использованием метода обратного рассеяния. Третья глава состоит из двух разделов. Первый раздел третьей главы описывает стандарт *EPC* технологии *RFID*. Первый подраздел первого раздела третьей главы описывает прямой и обратный каналы связи. Второй подраздел первого раздела третьей главы описывает команды устройства опроса. Второй раздел третьей главы описывает метод измерения локальных уровней электромагнитного поля в ближней зоне с использованием метода обратного рассеяния.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе научного исследования были проведены исследования современных методов измерения характеристик антенн, включая планарные, сферические и цилиндрические в ближней зоне. Также были изучены существующие устройства для измерения диаграммы направленности.

Особое внимание было уделено радиоголографическому методу определения диаграммы направленности антенн, выявлены его преимущества в сравнении с классическими методами.

Также была освещена тема технологии *RFID* и ее особенностей. В исследовании было обосновано применение *RFID* меток в качестве малогабаритных датчиков с пассивным питанием для проведения измерений в ближней зоне поля антенны.

На основе полученных данных была разработана методика измерения локальных уровней электромагнитных излучений в ближней зоне с использованием метода обратного рассеяния с применением технологии *RFID*.

Полученные результаты могут быть применены в дальнейших исследованиях в области антенной техники и измерений электромагнитных полей.

СПИСОК СОБСТВЕННЫХ ПУБЛИКАЦИЙ

Таблица 1 – Конференции и публикации

Конференция	Тема публикации	Год
Информационные радиотехнологии	Использование технологий RFID для исследования электромагнитных полей вблизи дифракционных структур и рассеивающих объектов	2023
Информационные радиотехнологии	Измеритель локальных уровней излучений в ближней зоне	2024