Задачи электромагнитной совместимости

Современные автоматизированные склады оснащены множеством беспроводных систем для обеспечения правильного выполнения всех операций.

на рисунке показаны диаграммы направленности беспроводных устройств внутри склада

Подобные системы должны быть спроектированы таким образом, чтобы обеспечить одновременную работу антенн с наименьшим влиянием друг на друга. В материалах на нашем сайте мы как-то рассматривали пример моделирования беспроводной системы IoT в умном доме.

По мере того, как беспроводные системы получают все большее распространение, появляется все больше помех и снижается производительность радиоустройств. В результате это приводит как к небольшим неудобствам при использовании персональных устройств так и к серьезным последствиям в случае сбоев передачи данных в бортовых системах самолетов.

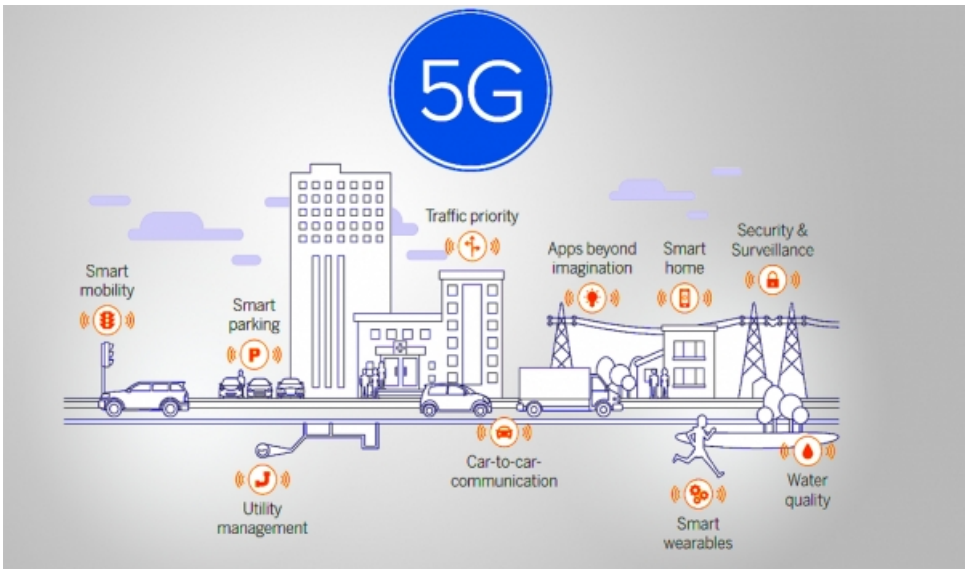
Современные автоматизированные склады могут обрабатывать продукцию и доставлять их используя дронов. Подобные склады оснащены многочисленными радио устройствами. Новаторами в области использования автономных складов можно назвать компанию Amazon и DHL. На YouTube канале nag.ru мы как-то выкладывали видео материалы на тему применения квадрокоптеров для считывания RFID меток.

Беспроводные системы автономных складов оснащаются довольно большим числом радиоинтерфейсов:

- RFID-метками, считывателями для инвентаризации;
- Беспроводными сетями (LTE, Wi-Fi, Bluetooth), работающими в различных частотных диапазонах, чтобы отправлять и принимать команды от роботов и дронов;
- GPS-навигацией для информации о положении объектов в пространстве.

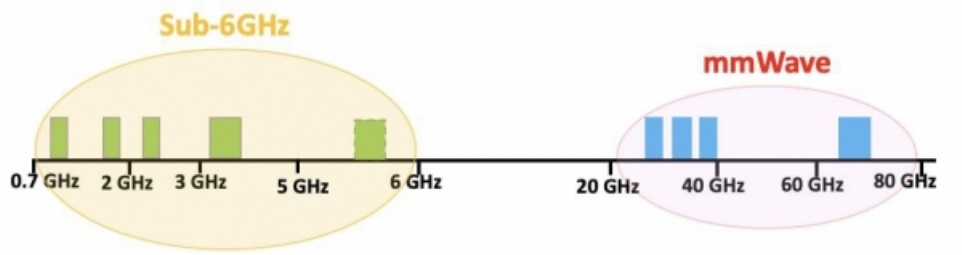
Вдобавок к этому, на складе присутствуют и другие источники радиосигналов (например, рации сотрудников и их телефоны) которые тоже могут оказывать влияние на беспроводные сети, работающие на складе. В таких сложных условиях появляется много помех, снижающие производительность системы. Использование систем моделирования на ранних этапах разработки беспроводных систем склада помогает предотвратить множество проблем проблем ЭМ совместимости в будущем, после ввода системы в эксплуатацию.

Электромагнитная совместимость 5G-устройств



В системах 5G уж точно никак не обойтись без моделирования. Ни одно по-настоящему серьезное устройство сегодня не производится без предварительного создания полноценной рабочей модели. Связано это преимущественно со сложностью технических решения, благодаря которым возможны высокие скорости и низкие задержки в сетях, позволяющие обрабатывать видео высокого качества и передавать данные управления беспилотниками.

Электромагнитная совместимость 5G-устройств будет зависеть от нескольких факторов. Одна из них заключается в агрегации несущих между несколькими диапазонами. В 5G связь осуществляется на множестве прерывистых полосах частот, ниже 6 ГГц и на частотах миллиметрового диапазона:

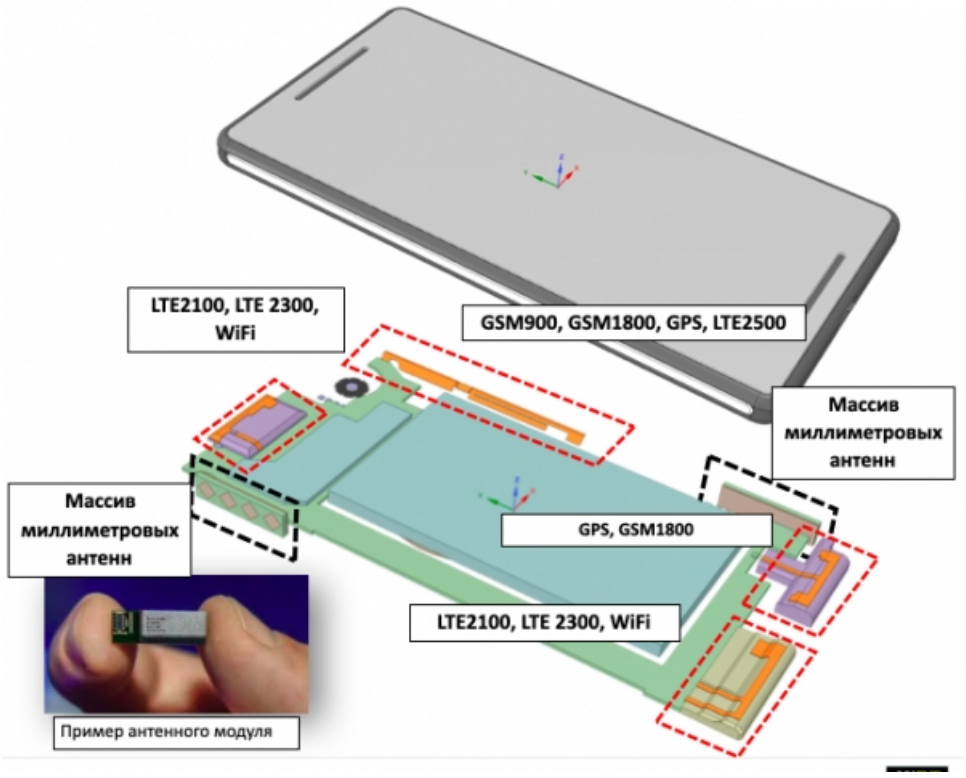


При этом система будет иметь разные режимы работа на разных частотах. На частотах ниже 6 ГГц будут использоваться соты большого размера и системы MIMO.

В миллиметровом диапазоне будут использоваться малые соты с низкими задержками и высокой пропускной способностью. Также будет активно использоваться технология автоматического формирования луча (beamforming) и Massive MIMO для преодоления высоких потерь на пути прохождения сигнала. Также планируется повышение спектральной эффективности за счет пространственного мультиплексирования.

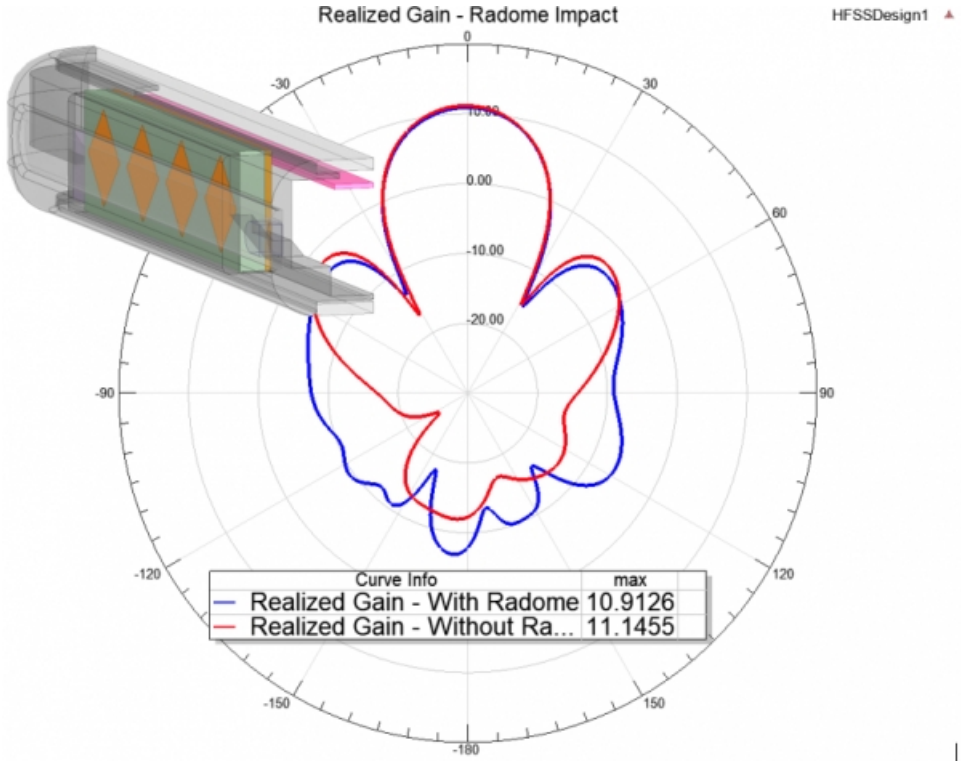
Перечисленные технологии требуют для работы очень сложных антенных систем. Задачи электромагнитной совместимости решают вопросы сосуществования антенн, повышения плотности их интеграции, возможности реализации более сложных антенных решеток как на пользовательском оборудовании (UE), так и на базовой станции (BS).

Современный смартфон оснащен достаточно большим количеством антенн под самые различные технологии связи. Можно даже отметить, что в одном сотовом телефоне беспроводных технологий не меньше, чем на целом складе, о котором шла речь в начале статьи. В пользовательское оборудование может быть помещено до 8-ми антенных модулей:



Задачи анализа электромагнитной совместимости в этом случае усложняются из-за непосредственной близости антенн к обтекателю (корпусу) и другим сложным материалам (элементам печатных плат). Наличие "прилегающих" к антенне устройств и материалов влияют на характеристики диаграмм.

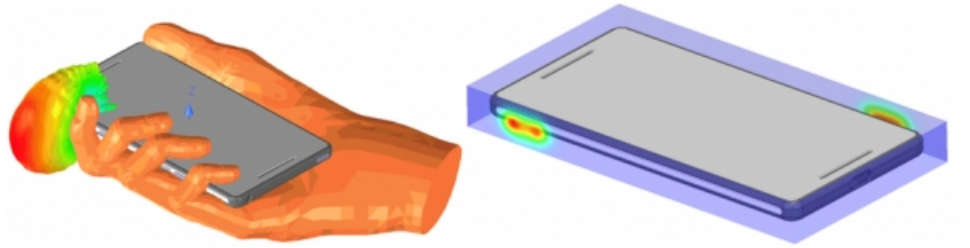
Так например, наличие корпуса обтекателя может изменить луч диаграммы направленности, положение его максимума и нулей. Одна из задач электромагнитной совместимости в этом случае заключается в том, чтобы исследовать влияние свойств материала обтекателя, его размещения, вариантов выполнения геометрии. И добиться тем самым наименьшего искажения исходной диаграммы направленности. Например, на рисунке ниже показан антенный модуль смартфона и две диаграммы направленности, синяя - с обтекателем, и красная - без обтекателя.



Как видно из рисунка выше, наличие обтекателя приводит к искажению диаграммы направленности в области бокового и заднего излучения.

Также, задачами электромагнитной совместимости является определение влияния человека на работу устройства. Наличие тела человека на пути распространения излучения может

существенно исказить диаграмму направленности, особенно это актуально в миллиметровом диапазоне, на котором работают системы связи пятого поколения:



В связи с этим, еще одна важная задача электромагнитной совместимости - найти оптимальное расположение антенных модулей внутри смартфона, чтобы они были максимально открыты (не затенялись телом человека) при эксплуатации.

Инструменты моделирования ЭМ совместимости и интерференции

В основном задачи электромагнитной совместимости решаются средствами моделирования электромагнитных полей. С помощью систем моделирования электромагнитной совместимости можно выявлять причины возникновения интерференции еще на ранних этапах разработки устройств. Преимущество подобных систем заключается в том, что можно учесть влияние различных объектов на разрабатываемое устройство. Ведь довольно часто возникает ситуация, когда в лабораторных условиях беспроводное устройство работает идеально, но оказывается не готово к эксплуатации в реальных условиях.

В качестве программного обеспечения для моделирования задач электромагнитной совместимости можно выделить инструмент EMIT. Он используется для проектирования антенных систем и анализа их совместной работы. EMIT использует библиотеки моделей, основанные на индустриальных стандартах для большинства типов беспроводных систем. Этот софт позволяет создавать симуляции, которые способны применяться даже в тех ситуациях, когда недоступен весь набор данных о моделируемой системе. Еще одним достойным инструментом, позволяющим решать задачи электромагнитной совместимости является MATLAB Simulink. Как в EMIT, так и в MATLAB RF Toolkit доступна полуавтоматическая диагностика и визуализация, которые предоставляют инженерам-разработчикам инструменты для быстрого обнаружения и устранения проблем совместимости.

Создание виртуальной модели для оценки беспроводной системы склада поможет провести правильное частотное планирование, определить параметры систем и снизить последствия одновременной работы нескольких беспроводных устройств.

Другая типовая задача при оценке работы систем в сложных условиях состоит в том, чтобы учесть влияние всех радиоприемников и передатчиков в авиатехнике, например, вертолетах.

на рисунке показаны диаграммы направленности и расположение девяти антенн на вертолетена рисунке выше показаны диаграммы направленности и расположение девяти антенн на вертолете

Для того, чтобы оценить сложность ситуации, в обычном самолете существуют десятки вариантов для возникновения помех, которые приводят к снижению производительности. Например, если один из радиоприемников на вертолете подвержен влиянию помех от других передатчиков, инструменты диагностики показывают обратную связь вместе с интерференционными метками.

Инженеры-проектировщики смогут сразу определить что проблема вызвана интермодуляцией высокого порядка, которая возникает из-за нелинейности усилителя, существующей из-за связи между двумя передатчиками. Возникновение проблем такого типа может существенно усложнить выявление неисправностей без автоматизированной диагностики.

Заключение

В последние годы появились новые сложные беспроводные технологии, таких как сети пятого поколения (5G), интернет вещей (IoT), беспилотные автомобили с системами помощи водителю (ADAS). В статье мы рассмотрели несколько наиболее часто встречающихся примеров, в которых необходимо решать задачу электромагнитной совместимости - одной из сложных и востребованных задач на текущий момент. Подобные задачи в основном решают инженеры при разработке устройств, но в области связи подобные проблемы также часто проявляются, например, когда необходимо оценить совместную работу антенн, расположенных на одной базовой станции.