



**eNANO**

ЭЛЕКТРОННОЕ ОБРАЗОВАНИЕ  
ДЛЯ НАНОИНДУСТРИИ

# **Физические принципы работы технологии радиочастотной идентификации**

Михайлов Алексей Владимирович  
Директор по Маркетингу  
ООО «Технология Идентификации»



# Как это работает





## «Полезные» особенности RFID как технологии

- Чтение данных с метки вне прямой видимости и через преграды;
- Запись и изменение данных в метке уже после нанесения;
- И чтение и запись могут производиться в группах;
- Позиционирование метки для ее чтения и записи не нужно;
- Защита от подделок и клонирования.

## RFID делает то, что не может сделать штрихкод

- Чтение меток без участия человека → меньше ошибок, нет задержек;
- Добавление и изменение данных в памяти метки → электронный паспорт объекта, который не потеряется;
- Групповые операции → сокращение времени на обработку;
- Предоставление информации о бизнес-событиях в реальном времени → ускорение принятия решений → реализация принципов JIT/JIS.

## **Ограничения и нежелательные(иногда) эффекты**

- Экранирование;
- Затухание сигнала в жидкостях;
- Паразитные регистрации;

## **Способы снижения влияния негативных факторов**

- Особая укладка.
- Экранирование.
- Фильтрация результатов.
- Индивидуальное проектирование зон чтения или особые метки.

- Поглощение
- Отражение
- Преломление
- Проникновение в жидкости
- Поляризация





eNANO

# Поглощение

- Распространение электромагнитной волны происходит без потери энергии только в вакууме
- Поглощенная мощность обычно трансформируется в тепловую энергию
- Уровень поглощения энергии материалом, расположенным между антенной считывателя и меткой, значительно влияет на дистанцию регистрации метки
- Поглощающие материалы
  - Вода, водопоглощающие материалы
  - Резина, клеи и т.п.



- Полное отражение бегущей волны сохраняет энергию электромагнитного поля (волноводы)
- Является причиной интерференции
  - Положительная интерференция → сверхдальняя регистрация метки
  - Отрицательная интерференция → «мертвые зоны» в области регистрации (для исключения эффекта используется несколько антенн для одной идентификационной зоны)
- Отражающие материалы
  - Металл, вода, бетон
  - Проводящие краски, ленты, фольга



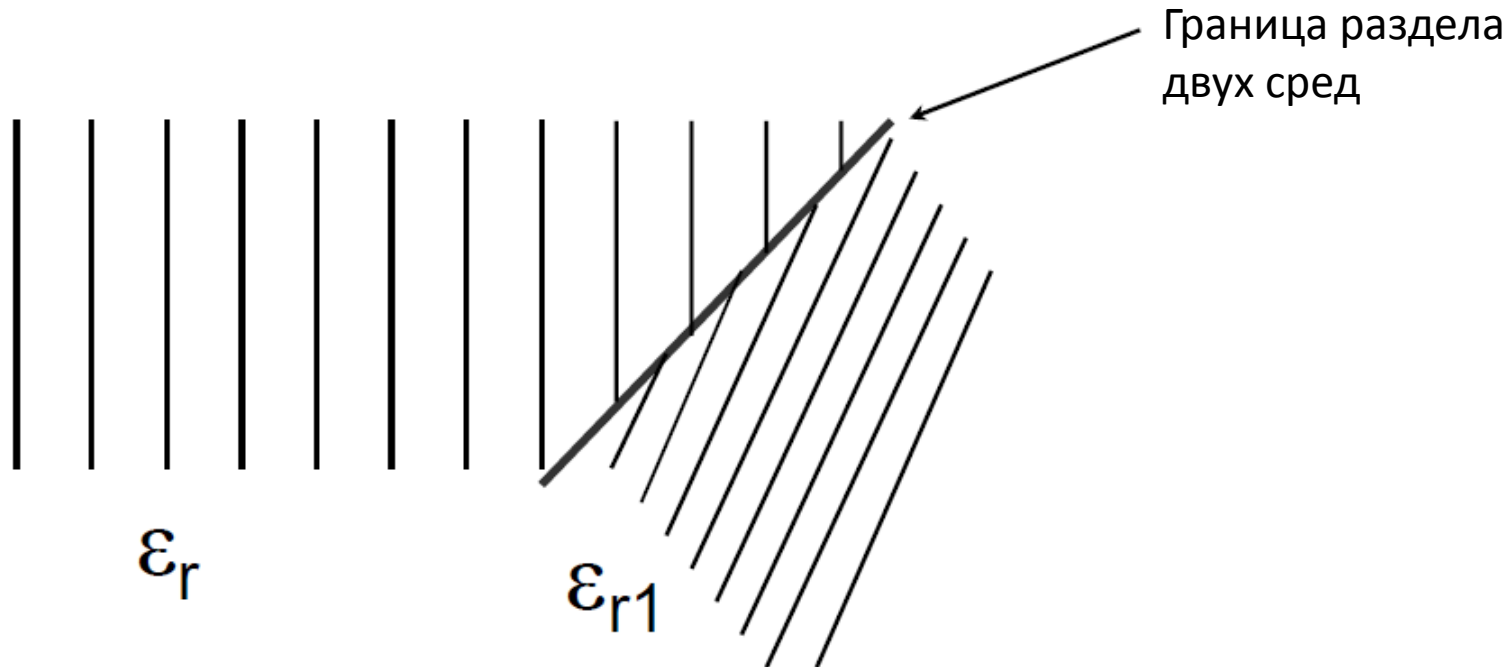
- Увеличение активной зоны
  - Направление ЭМ волн при помощи отражающих поверхностей
- Экранировка
  - Положительный эффект
    - Разделение идентификационных зон
    - Защита объектов от нежелательной регистрации
  - Отрицательный эффект
    - Метки внутри паллеты с металлическими стяжками могут быть не считаны





# Преломление

- Обусловлено разницей в скорости распространения электромагнитной волны в различных физических средах
- Ведет к изменению направления электромагнитной волны





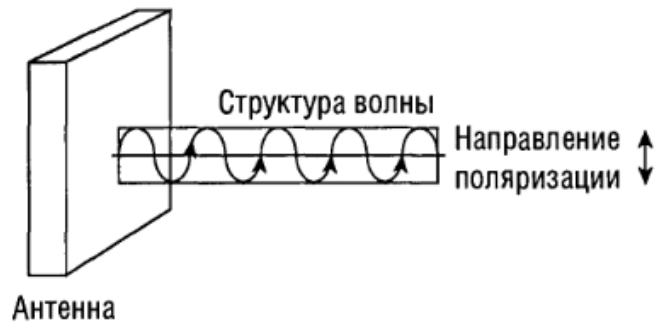
- Зависит от удельной проводимости жидкости
- Вода имеет высокую удельную проводимость, что приводит к поглощению и отражению ЭМ волн
- Масло и его производные (без добавок) не препятствуют прохождению ЭМ волны без существенного ослабления



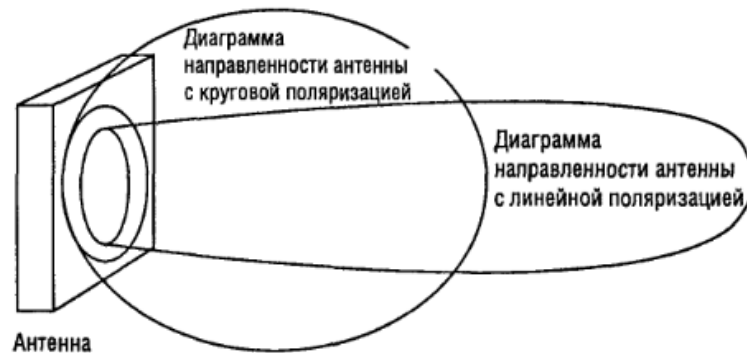
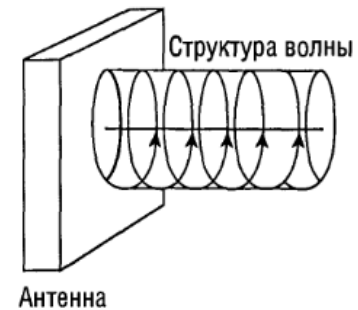


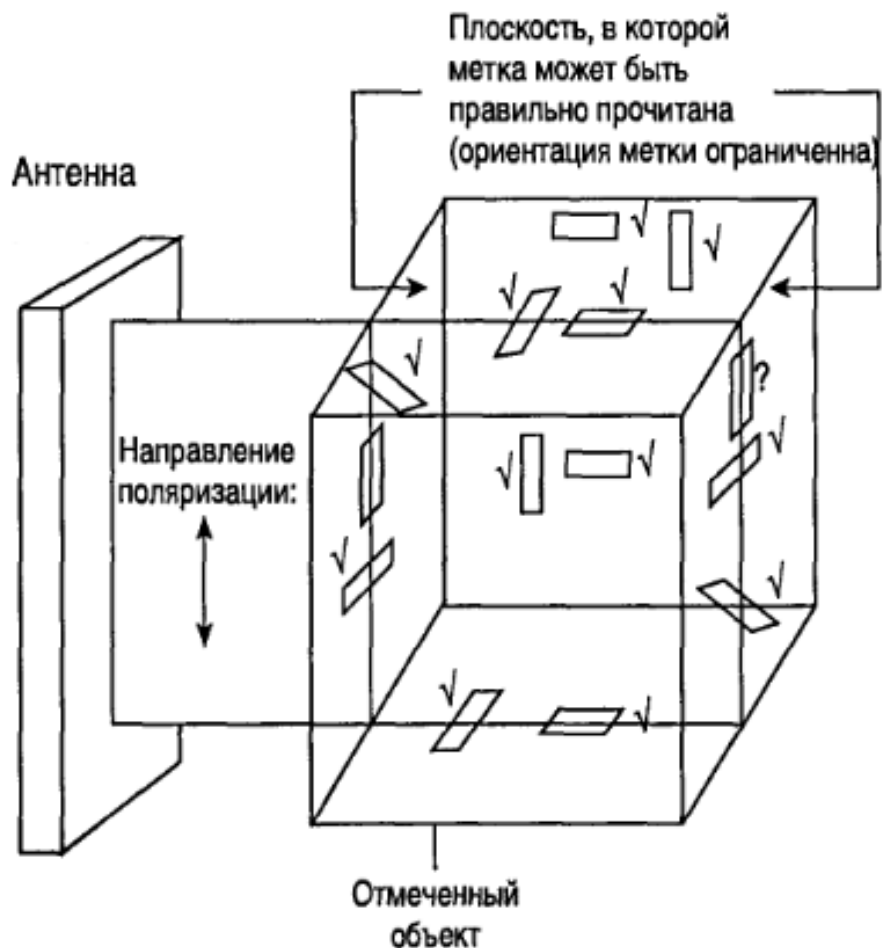
# Поляризация

## Линейная



## Круговая





## Отмеченный объект:

× правильная ориентация и расположение метки, обеспечивающие хорошую читаемость

? правильная ориентация метки, но неправильное расположение, которые могут приводить как к хорошей читаемости, так и к ее отсутствию. На это может влиять как отмеченный объект, так и содержащиеся внутри его предметы, если они из радионепроницаемого или радиопоглощающего материала

√: неправильная ориентация метки и/или неправильное ее расположение, приводящие к плохой читаемости

# Зоны регистрации, ближнее и дальнее поле

Зона регистрации - область, внутри которой выполняется условие:

$$P_{\text{сч}} - P_{\text{м min}} > P_{\text{пс}}$$

- $P_{\text{сч}}$  – мощность на выходе считывателя
- $P_{\text{м min}}$  – минимальная мощность, необходимая для функционирования метки
- $P_{\text{пс}}$  – потери в среде распространения сигнала

Ослабление сигнала на линии связи зависит от:

- дистанции между считывателем и меткой
- режима передачи энергии между считывателем и меткой

Указанные принципы остаются неизменными вне зависимости от типа используемых антенн и природы связи между считывателем и меткой.



- Преобладающий режим передачи энергии зависит от отношения  $R/\lambda$ 
  - $R$  – дистанция между антенной считывателя и меткой
  - $\lambda$  – длина волны
- Малые дистанции:  $\lambda/2$ , 160 мм
  - Индуктивная (реактивная) связь
  - *Поле в ближней зоне*
- Промежуточные:  $\lambda/2 \div 2\lambda$ , 160 ÷ 600 мм
  - Комбинация реактивной связи и излученной энергии
  - *Промежуточная зона*
- Большие:  $>2\lambda$ , 600 мм
  - Энергия излучения – наиболее изученный режим передачи
  - *Поле в дальней зоне*

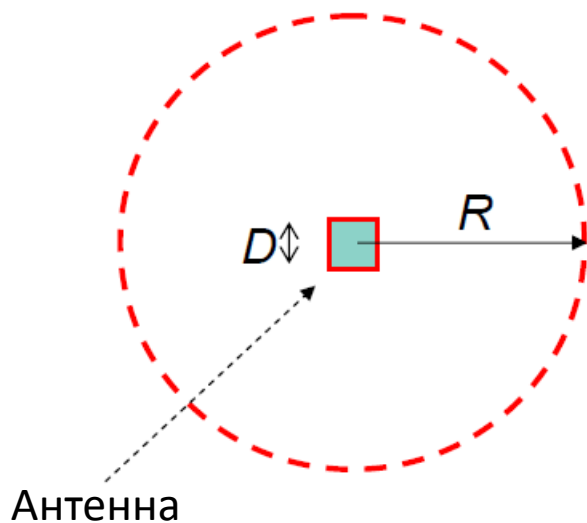


- Поле в ближней зоне
  - Реактивное
    - Электрическая и магнитная составляющая поля сдвинуты по фазе на  $90^\circ$
    - Энергия переходит из одной формы в другую
  - Преобладает на близких к антенне дистанциях
    - Напряженность поля быстро уменьшается с дистанцией:
      - магнитное поле  $\sim 1/r^3$
      - электрическое поле  $\sim 1/r^2$
- Поле в дальней зоне
  - Активное
    - Электрическая и магнитная составляющая синфазны
      - $E/H = Z_0 = 120\pi W \sim 377W$
  - Преобладает на дальних по отношению к антенне дистанциях
    - Напряженность поля уменьшается менее интенсивно:
      - магнитное поле  $\sim 1/r$
      - электрическое поле  $\sim 1/r$





# Размеры ближней зоны



Частота 868 МГц  $\rightarrow \lambda = 0,346$  м

$$R < \frac{2D^2}{\lambda}$$

Размер антенны D, см	Радиус ближней зоны R, см
10	5,6
20	23
25	36



- Физические принципы работы RFID позволяют делать то, что ранее было недостижимо и оптимизировать технологические процессы на более совершенном уровне.
- Эти же самые физические принципы порождают множество условий, которые нужно учесть при проектировании и внедрении RFID.
- В настоящее время существует достаточно большой спектр технических решений, адаптированных для различных условий работы, однако подбор таких решений под конкретную задачу является достаточно непростым делом.



# eNANO

ЭЛЕКТРОННОЕ ОБРАЗОВАНИЕ  
ДЛЯ НАНОИНДУСТРИИ

## Спасибо за внимание

-  117036, г. Москва, проспект  
60-летия Октября, 10А,
-  Тел.: +7 495 988 53 88
-  E-mail: [info@edunano.ru](mailto:info@edunano.ru)
-  [www.edunano.ru](http://www.edunano.ru)