



RFID система нового поколения на основе меток на ПАВ в диапазонах частот 2.45 ГГц и 6 ГГц

**Объединенный институт микро- и наноэлектроники
Саратовского государственного университета
имени Н.Г. Чернышевского**

СОДЕРЖАНИЕ

1.	Объединенный институт микро- и наноэлектроники: история, миссия, цели и задачи.....	3
2.	Развитие научно-технического потенциала. Техническое оснащение.....	5
3.	RFID-технологии: цель внедрения и основные сферы применения.....	13
4.	Схема системы радиочастотной идентификации.....	15
5.	Классификация систем радиочастотной идентификации (РЧИ).....	16
6.	Материалы радиочастотных идентификационных меток на ПАВ.....	20
7.	Преимущества СВЧ меток на ПАВ.....	21
8.	RFID на российском и мировом рынке.....	22
9.	Отрасли применения RFID:	
10.	RFID для учета животных.....	25
11.	Применение RFID на транспорте.....	26
12.	Система радиочастотной идентификации в логистике.....	29
13.	Радиочастотные метки для учета и контроля боеприпасов.....	30
14.	Применение RFID технологий в атомной энергетике.....	31
15.	Применение РИМ на ПАВ в нефтяной и газовой промышленности.....	33
16.	Наши партнеры.....	38

ИСТОРИЯ ОБЪЕДИНЕННОГО ИНСТИТУТА МИКРО– И НАНОЭЛЕКТРОНИКИ



ОБЪЕДИНЕННЫЙ
ИНСТИТУТ МИКРО-
И НАНОЭЛЕКТРОНИКИ

Объединенный институт микро- и нанoeлектроники (директор – Россошанский Андрей Владимирович) создан в Национальном исследовательском Саратовском государственном университете в 2013 г.

В его структуре объединены:

- Научно-технологический центр «Микро- и нанoeлектроника»
- НИИ механики и физики СГУ

Учебным подразделением Института является Базовая кафедра микро- и нанoeлектроники в ОАО «НПП «Контакт».

Основным научным направлением работ Института является развиваемая в СГУ более 40 лет область СВЧ электроники – **акустоэлектроника СВЧ диапазона**, в частности, радиочастотные идентификационные метки (РИМ) на поверхностных акустических волнах (ПАВ) в диапазонах частот «2.45 ГГц» и «6 ГГц».

ОБЪЕДИНЕННЫЙ ИНСТИТУТ МИКРО- И НАНОЭЛЕКТРОНИКИ

МИССИЯ

- ▶ **содействие реализации государственной политики в сфере создания и развития индустрии микро- и наноэлектроники и соответствующей инновационной инфраструктуры**

цели

- ▶ **развитие науки посредством проведения фундаментальных и прикладных научных исследований**
- ▶ **создание комплекса высокотехнологичных средств для осуществления своей деятельности по разработке изделий микро- и наноэлектроники соответствующего уровня по качеству и техническим параметрам**
- ▶ **подготовка высококвалифицированных кадров в области микроэлектроники, наноэлектроники, технологий электронной литографии и фотолитографии, напыления многослойных металло-диэлектрических структур**

задачи

- ▶ **инициация и развитие инновационных проектов, способствующих созданию и развитию индустрии микро- и наноэлектроники соответствующей инфраструктуры**
- ▶ **создание условий и возможностей для проведения в СГУ прикладных научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ в сфере высоких технологий, работ по подготовке производства высокотехнологических изделий**
- ▶ **организация учебного процесса студентов и аспирантов по изучению и применению высокотехнологичного оборудования**
- ▶ **коммерциализация результатов научной деятельности, обеспечение реализации инвестиционных проектов в сфере микро- и наноэлектроники**
- ▶ **оказание содействия организациям различных форм собственности и видов деятельности в вопросах организации, научно-технического обеспечения, развития и интеграции инновационных проектов, коммерциализации разработок**

РАЗВИТИЕ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОГО ПОТЕНЦИАЛА ТЕХНИЧЕСКОЕ ОСНАЩЕНИЕ



Система электроннолучевой литографии высокого разрешения CABL 9000C фирмы CRESTEC (Япония)

Система позволяет экспонировать элементы с минимальным размером 8 нм, совмещением полей с точностью до 20 нм. Диаметр экспонируемых пластин до 150 мм. Форма экспонированных элементов произвольная, которая обеспечивается на основе векторной графики. Среднее время экспонирования 1 мм² составляет около 1 часа.

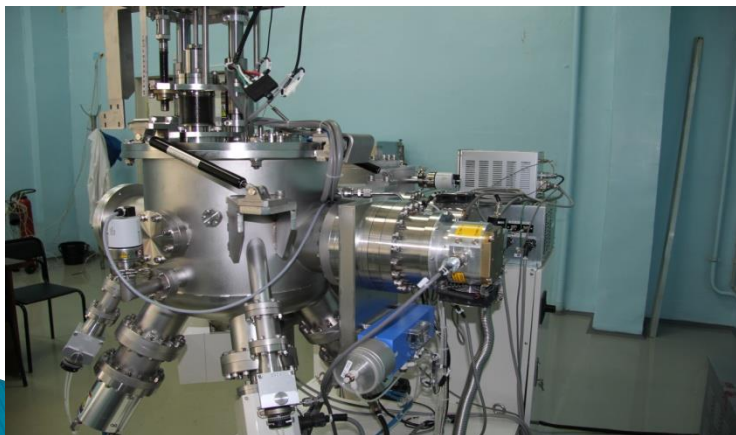


РАЗВИТИЕ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОГО ПОТЕНЦИАЛА ТЕХНИЧЕСКОЕ ОСНАЩЕНИЕ



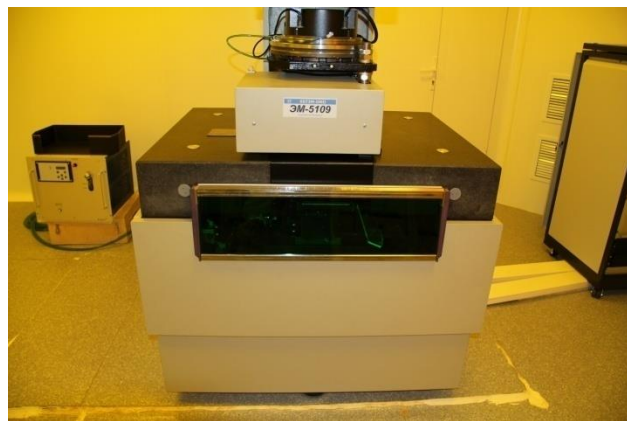
Установка магнетронного напыления и плазменно-дугового осаждения многослойных наноразмерных пленок С-400-2С фирмы ULVAC (Япония)

Установка содержит 2 магнетронных
распылителя и 2 импульсные
плазменно-дуговые пушки.
Установка позволяет напылять
диэлектрические,
полупроводниковые и металлические
пленки с точностью до 0,1 нм по
толщине



РАЗВИТИЕ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОГО ПОТЕНЦИАЛА ТЕХНИЧЕСКОЕ ОСНАЩЕНИЕ

Лазерный генератор изображений ЭМ 5109 (Беларусь)



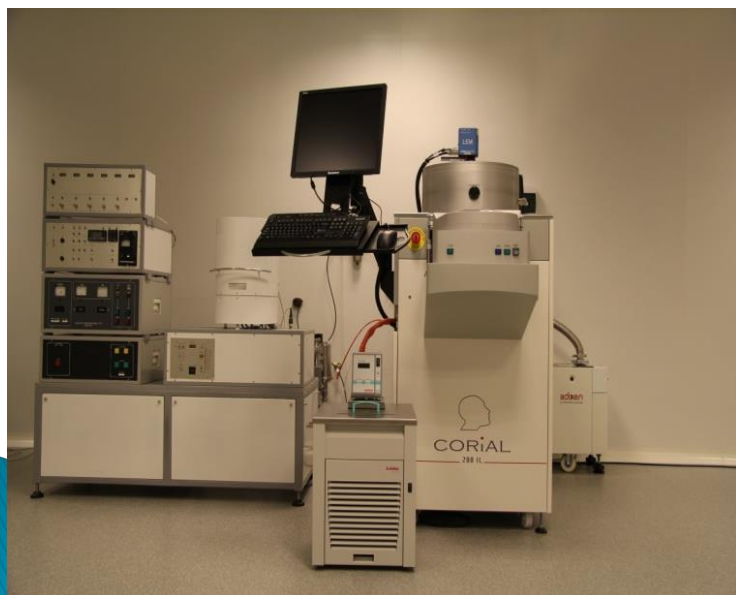
Предназначен для изготовления металлизированных фотошаблонов при производстве интегральных схем, полупроводниковых приборов, гибридных схем, фотоэлектрических преобразователей, ЖК-индикаторов и экранов, прецизионных печатных плат, фотошаблонов ГИС, специальных измерительных и тестовых шаблонов как в производственных, так и в научно – исследовательских и учебных целях. Изображение формируется по принципу микрофотонабора. Размер элемента 1 мкм на большом рабочем поле является уникальной характеристикой данного генератора.

РАЗВИТИЕ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОГО ПОТЕНЦИАЛА ТЕХНИЧЕСКОЕ ОСНАЩЕНИЕ

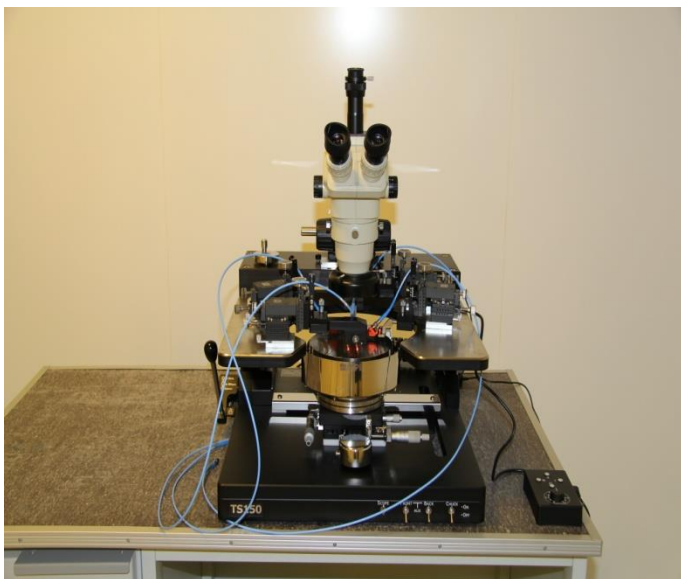


Установка травления в индуктивно связанной плазме CORIAL 200 IL (Франция)

Предназначена для
производства интегральных схем,
полупроводниковых приборов, СВЧ
приборов на ПАВ и других устройств с
наноразмерными элементами.

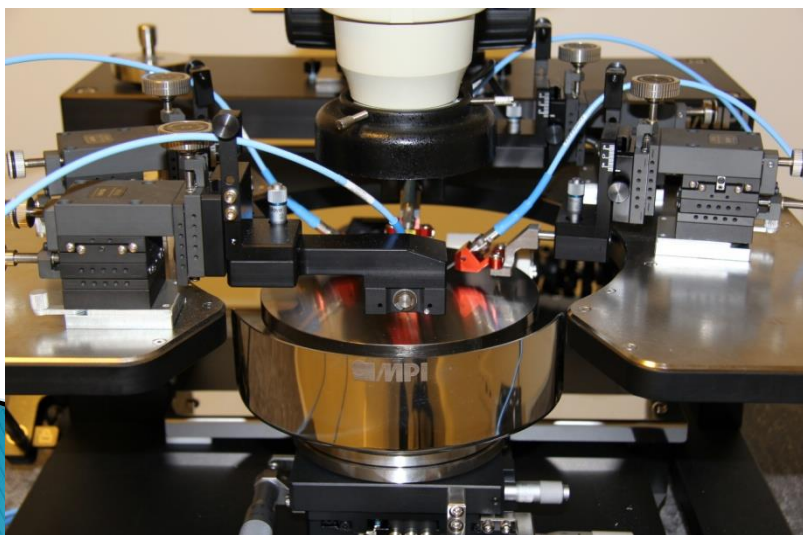


РАЗВИТИЕ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОГО ПОТЕНЦИАЛА ТЕХНИЧЕСКОЕ ОСНАЩЕНИЕ

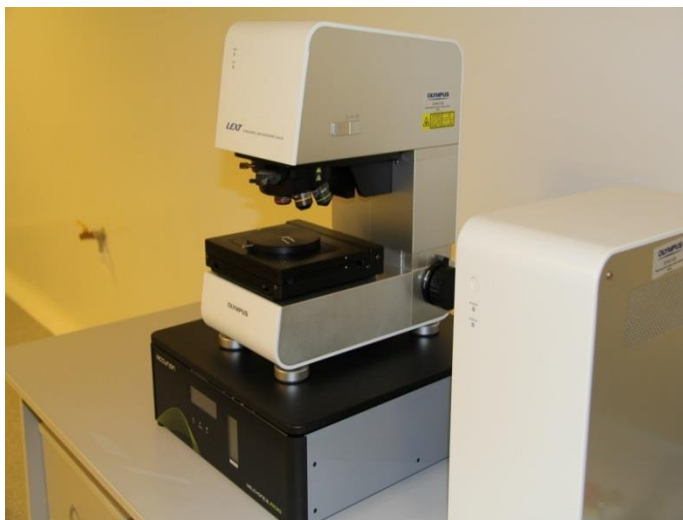


Зондовая установка для контроля СВЧ параметров микросхем (Тайвань)

Установка обеспечивает проведение измерений частотных и временных характеристик акустоэлектронных и полупроводниковых чипов в СВЧ диапазоне непосредственно на пластинах.



РАЗВИТИЕ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОГО ПОТЕНЦИАЛА ТЕХНИЧЕСКОЕ ОСНАЩЕНИЕ



Лазерный сканирующий 3D- микроскоп Olympus LEXT (Япония)

представляет собой метрологическую систему, объединяющую оптический исследовательский и лазерный конфокальный сканирующий измерительный микроскопы для исследования топографии поверхности образцов с разрешением по высоте – не хуже 5 нм, в плоскости – не хуже 120 нм.

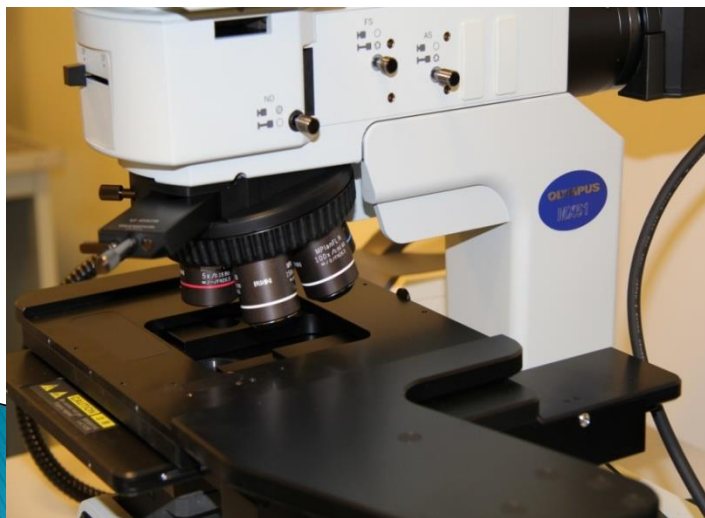


РАЗВИТИЕ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОГО ПОТЕНЦИАЛА ТЕХНИЧЕСКОЕ ОСНАЩЕНИЕ

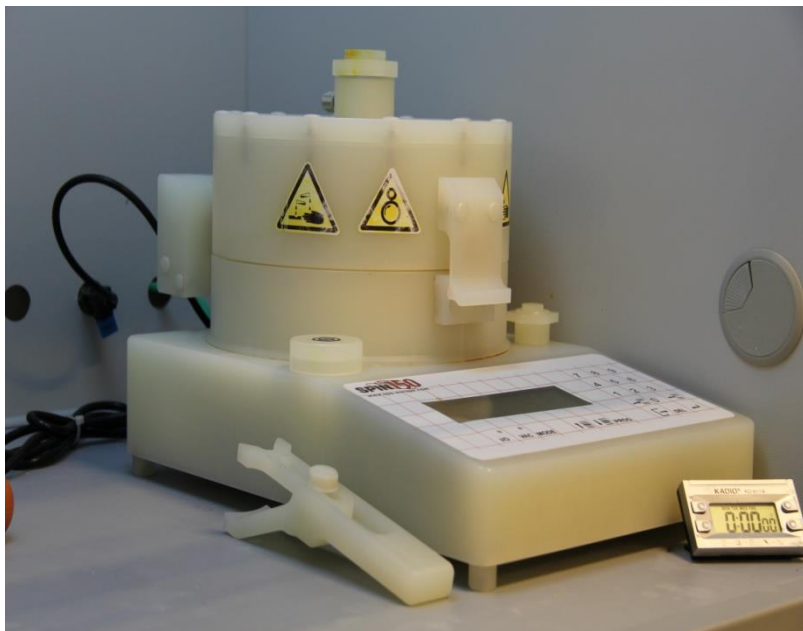


Инспекционный микроскоп Olympus MX-51 (Япония)

Предназначен для выполнения измерений при проведении контроля размеров изготовленных микроструктур, а также для научных исследований и в учебных целях. Прибор позволяет работать с образцами в отраженном и проходящем свете по методам светлого поля, темного поля, поляризованного света, флуоресценции и дифференциально-интерференционного контраста (ДИК). Набор объективов позволяет получать увеличение до 150 раз и производить измерения с помощью специализированного программного обеспечения с разрешением не ниже 0,37 мкм.



РАЗВИТИЕ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОГО ПОТЕНЦИАЛА ТЕХНИЧЕСКОЕ ОСНАЩЕНИЕ



Установка нанесения фоторезиста и электронного резиста SPIN-150NN (США)

Позволяет формировать на
пластинах пленки электронного и
фоторезистов произвольной
толщины.

Программирование режима углового
ускорения пластины при раскрутке и
скорости ее вращения позволяет
реализовать получение
определенной толщины пленки
резиста любой известной марки.

Наши цели:

Развитие RFID-технологий в России

Создание производства RFID-оборудования и меток

Стимулирование спроса со стороны потенциальных потребителей



Отрасли, в которых выгодно применение RFID:

- Разведка и добыча нефти и газа, нефтепереработка
- Металлургия
- Энергетика
- Оборонная промышленность
- Машиностроение
- Автотранспорт
- Ж/Д перевозки
- Строительство
- Сельское хозяйство (животноводство)
- Здравоохранение
- Охрана ценностей (музеи, архивы, библиотеки)
- Розничная торговля
- Логистика

Основная цель внедрения систем RFID - устранение человеческого фактора

- при контроле наличия, перемещения и состояния объектов учета, обработка результатов учета имущества,
- при ведении информации по объектам учета,
- при ведении справочников (объектов имущества, и др.),
- при введении новых объектов и их отслеживании,
- для защиты компьютерных и телекоммуникационных систем от несанкционированного доступа.
- для контроля за хранением и перемещением боеприпасов и вооружения.

RFID СИСТЕМА НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ НА ОСНОВЕ МЕТОК НА ПАВ В ДИАПАЗОНАХ ЧАСТОТ 2.45 ГГц И 6 ГГц

Системы радиочастотной идентификации (РЧИ) или RFID-системы широко используются во многих областях производства и распределения продукции, где требуется устранение «человеческого фактора».

Система РЧИ состоит из приёмно-передающего устройства считывания (ридера), массива радиочастотных идентификационных меток (РИМ или по англ. RFID-tag), прикрепляемых к объектам, подлежащих контролю, и программного обеспечения, включающего базу данных объектов и их кодов.

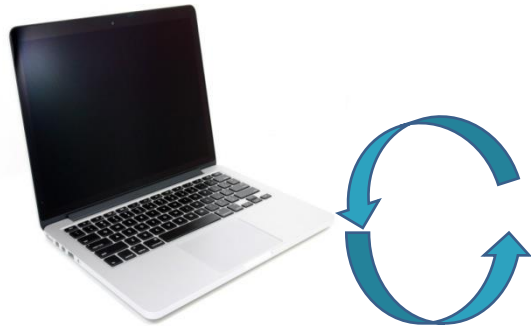
В настоящее время используются две технологии для изготовления РИМ – технология интегральных схем (ИС) и технология устройств на поверхностных акустических волнах (ПАВ).

РИМ на ИС позволяют перезаписывать (а значит подделывать) код, кроме того код может быть уничтожен при повышении температуры, воздействии ионизирующих излучений и мощных электромагнитных полей.

РИМ на ПАВ имеют код, формируемый при изготовлении, который не может быть подделан, изменен или уничтожен, и обладают малой чувствительностью к температурным изменениям, а также высокой стойкостью к ионизирующим излучениям (до 10^{18} нейтрон/см²) и мощным электромагнитным импульсам.

СХЕМА СИСТЕМЫ РАДИОЧАСТОТНОЙ ИДЕНТИФИКАЦИИ

Система радиочастотной идентификации состоит из:



- устройства считывания кода меток (ридера),
- массива меток с уникальными кодами,
- компьютера со специализированным программным обеспечением.



КЛАССИФИКАЦИЯ СИСТЕМ РАДИОЧАСТОТНОЙ ИДЕНТИФИКАЦИИ (РЧИ) С РАДИОЧАСТОТНЫМИ ИДЕНТИФИКАЦИОННЫМИ МЕТКАМИ (РИМ) НА ИНТЕГРАЛЬНЫХ СХЕМАХ (ИС) И НА ПОВЕРХНОСТНЫХ АКУСТИЧЕСКИХ ВОЛНАХ (ПАВ)

I. Низкочастотные системы РЧИ на ИС:

Диапазон		125 кГц,
Дальность		0.1 м
Стоимость РИМ		5 руб.
ридера		5000 руб.

II. Среднечастотные системы РЧИ на ИС

Диапазон		13.5 МГц:
Дальность		1 м
Стоимость РИМ		10 руб.
ридера		10000 руб.

Основные применения:

Контроль входа/выхода, торговля, склады

Недостатки:

Малая дальность;

Подверженность электромагнитному и радиационному воздействию;

Код может быть подделан, изменен или уничтожен.

III. Высокочастотные системы на ИС и на ПАВ

Диапазоны, МГц:		433, 860– 960
Дальность		до 10 м
Размер		200 мм
Стоимость РИМ		80–400 руб.
ридера		30000 руб.

Основные применения:

Дистанционный контроль транспортных средств и перевозок

Недостатки для РИМ на ИС:

Подверженность электромагнитному и радиационному воздействию;

Код может быть подделан, изменен или уничтожен.

IV. Сверхвысокочастотные системы на ПАВ

Диапазоны, МГц:		2400–2483, 5650–6425 .
Дальность		до 20 м
Размер		12–25 мм
Стоимость РИМ		300–900 руб.
ридера		80 000 руб.

Основные применения:

Контроль объектов в условиях повышенной радиации, в широком интервале температур ,

в системах, где подделка и уничтожение кода исключается

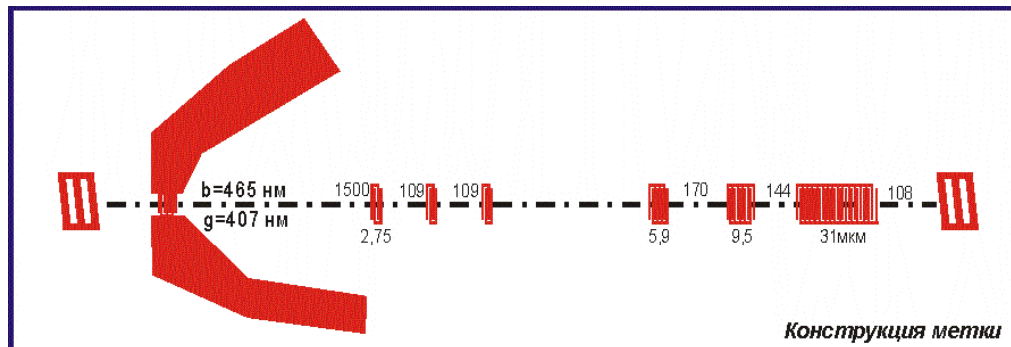
Недостатки:

Сложность технологии производства

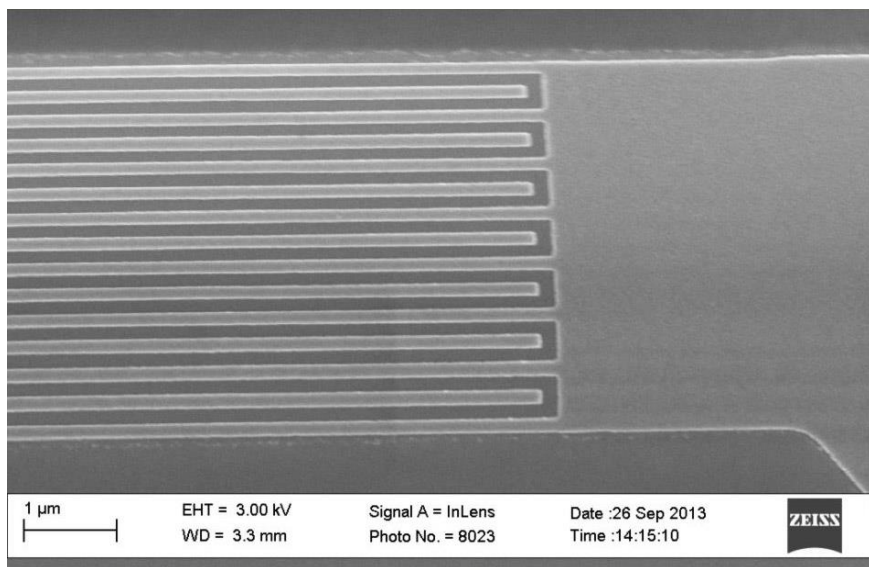
Относительно высокая стоимость



СИСТЕМА РАДИОЧАСТОТНОЙ ИДЕНТИФИКАЦИИ В ДИАПАЗОНЕ «2.45 ГГц», РАЗРАБОТАННАЯ В САРАТОВСКОМ ГОСУДАРСТВЕННОМ УНИВЕРСИТЕТЕ

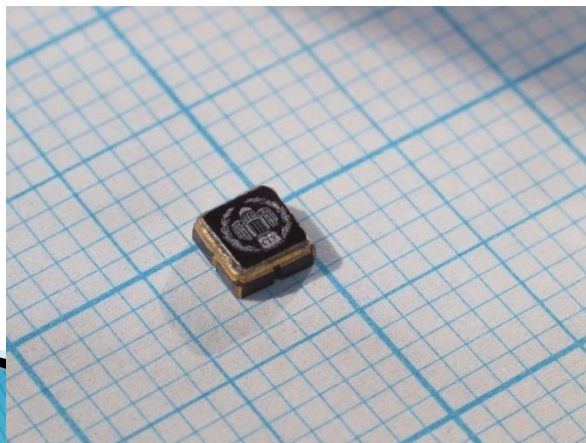


УНИКАЛЬНАЯ РАЗРАБОТКА СГУ - МИНИАТЮРНАЯ РАДИОЧАСТОТНАЯ ИДЕНТИФИКАЦИОННАЯ МЕТКА НА ПАВ В ДИАПАЗОНЕ ЧАСТОТ «6 ГГц»



Радиочастотные идентификационные метки на ПАВ разработаны в стандарте ISO 18000. Они имеют 5-знаковый код.

Экспериментальные образцы РИМ на 6 ГГц были изготовлены на кристаллической пластине ниобата лития среза $Y+128^\circ$ со средним размером шероховатости 23 нм. Металлизированная структура ВШП и отражателей изготовлена из алюминия толщиной 40 нм.



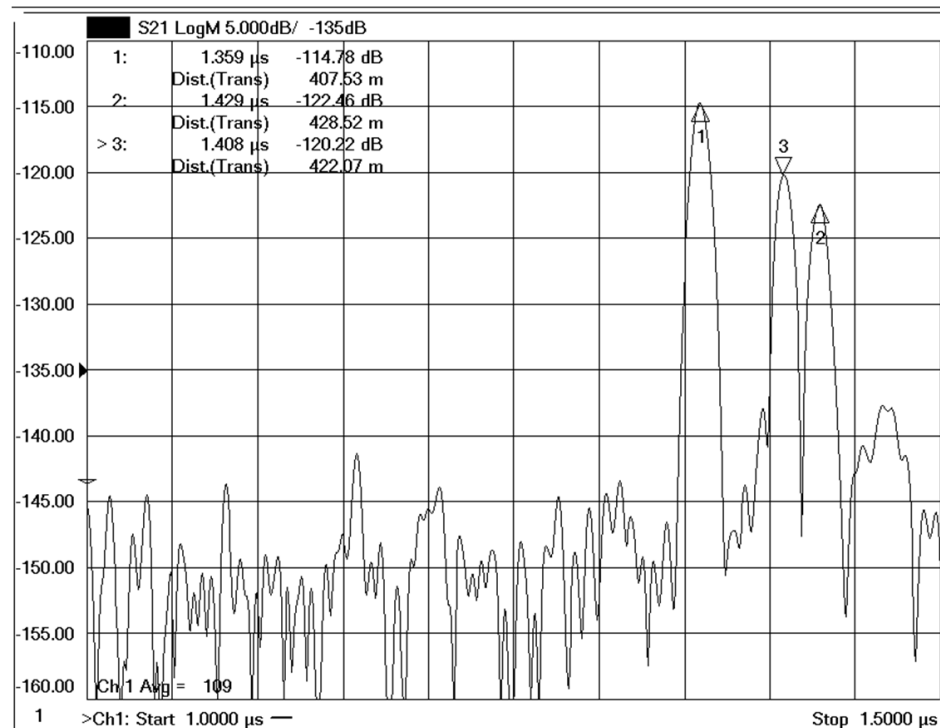
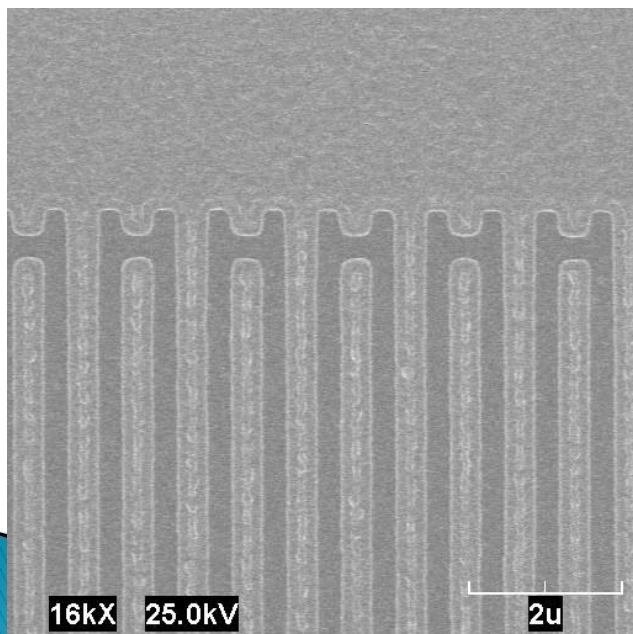
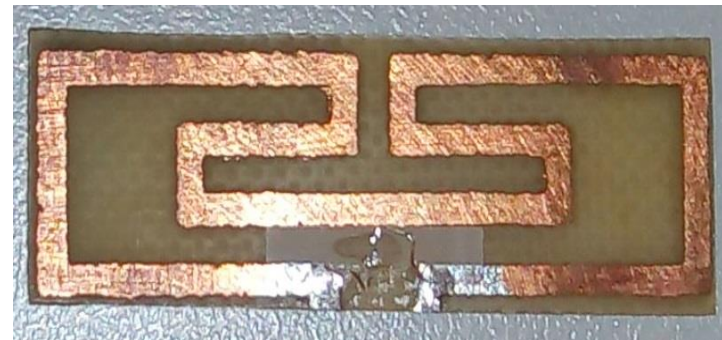
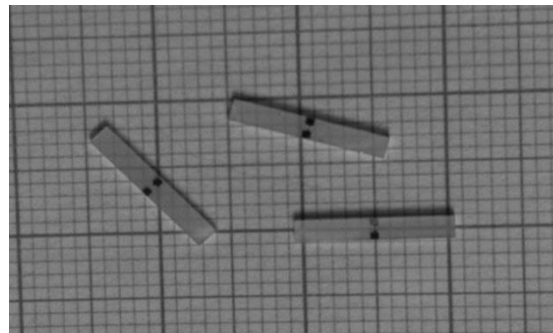
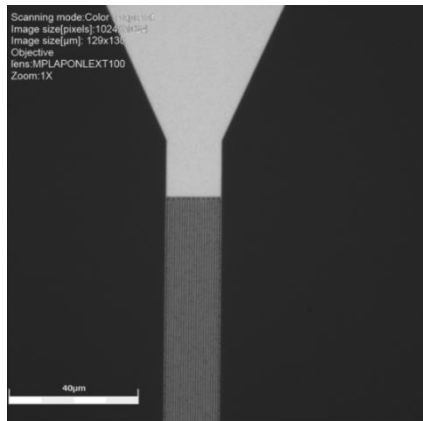
Преимущества перед метками на 2.45 ГГц:

- отсутствию влияния промышленных и бытовых помех,
- значительно меньшие размеры ввиду применения интегральной антенны.

Характеристики:

1. Кодовая последовательность – комбинации 5-ти импульсов.
2. Количество кодов – 12 млн
3. Минимальный размер элемента – 150 нм
4. Начальная задержка сигнала – 0.5 мкс
5. Размеры метки (с антенной) – 3x3x2 мм

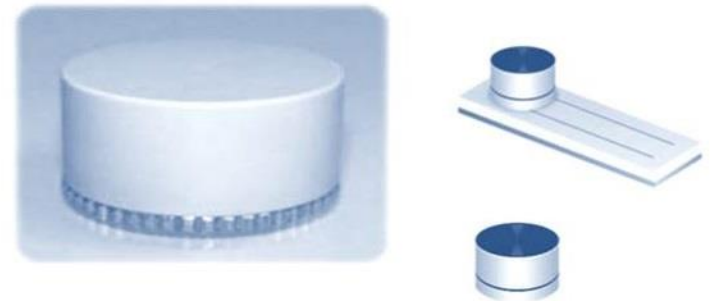
АНТИКОЛЛИЗИОННЫЕ РИМ В ДИАПАЗОНЕ «2.45 ГГц»



МАТЕРИАЛЫ РАДИОЧАСТОТНЫХ ИДЕНТИФИКАЦИОННЫХ МЕТОК НА ПАВ

Материалы метки имеют высокую степень устойчивости к:

- Температуре
- Давлению
- Электростатическим полям
- Магнитным полям
- Излучениям



Корпус метки

Материал корпуса стойкий к воздействию едких химических веществ.

Прочный никелевый сплав - выдерживает гидростатическое давление более 1300 атм.

Характеристики

Работает на частоте 2,4 ГГц для высокой эффективности антенны.

Метка - пассивный элемент - не потребляет энергии, имеет высокую чувствительность и дальность обнаружения.

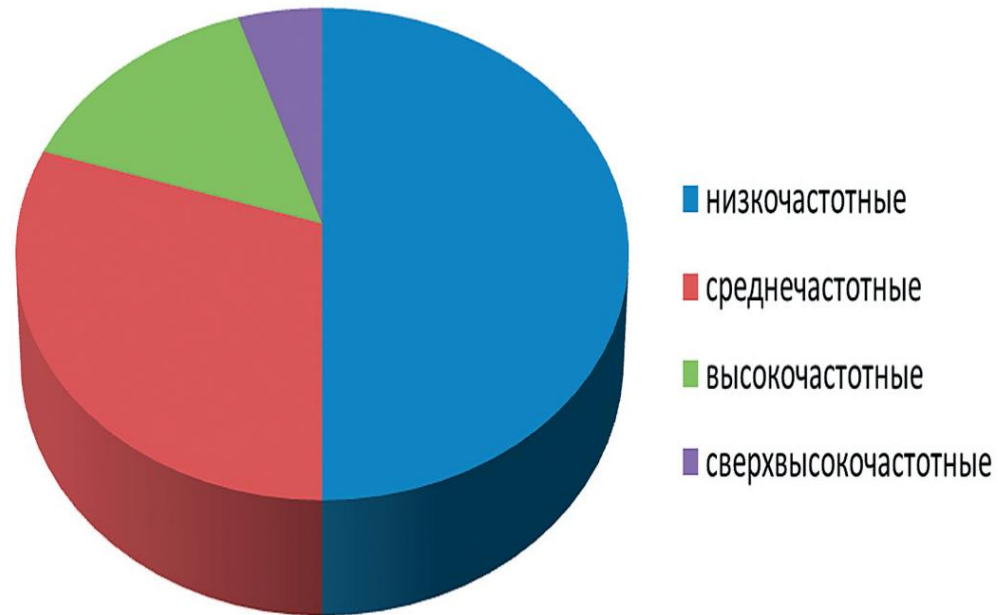
ПРЕИМУЩЕСТВА СВЧ МЕТОК НА ПАВ

- Большая дальность идентификации - до 20 м
- Значительно меньшее время идентификации – до 10 мкс
- Широкий диапазон рабочих температур (-100С° ÷ 500С°)
- Большая информационная емкость (до 100 млн кодов)
- Высокая устойчивость к радиации (10^{18} нейтрон/см²)
- Высокая устойчивость к мощным электромагнитным импульсам
- Практически неограниченный срок эксплуатации
- Невозможность подделки и уничтожения кода
- Невысокая мощность радиоимпульса опроса (20 дБм) .

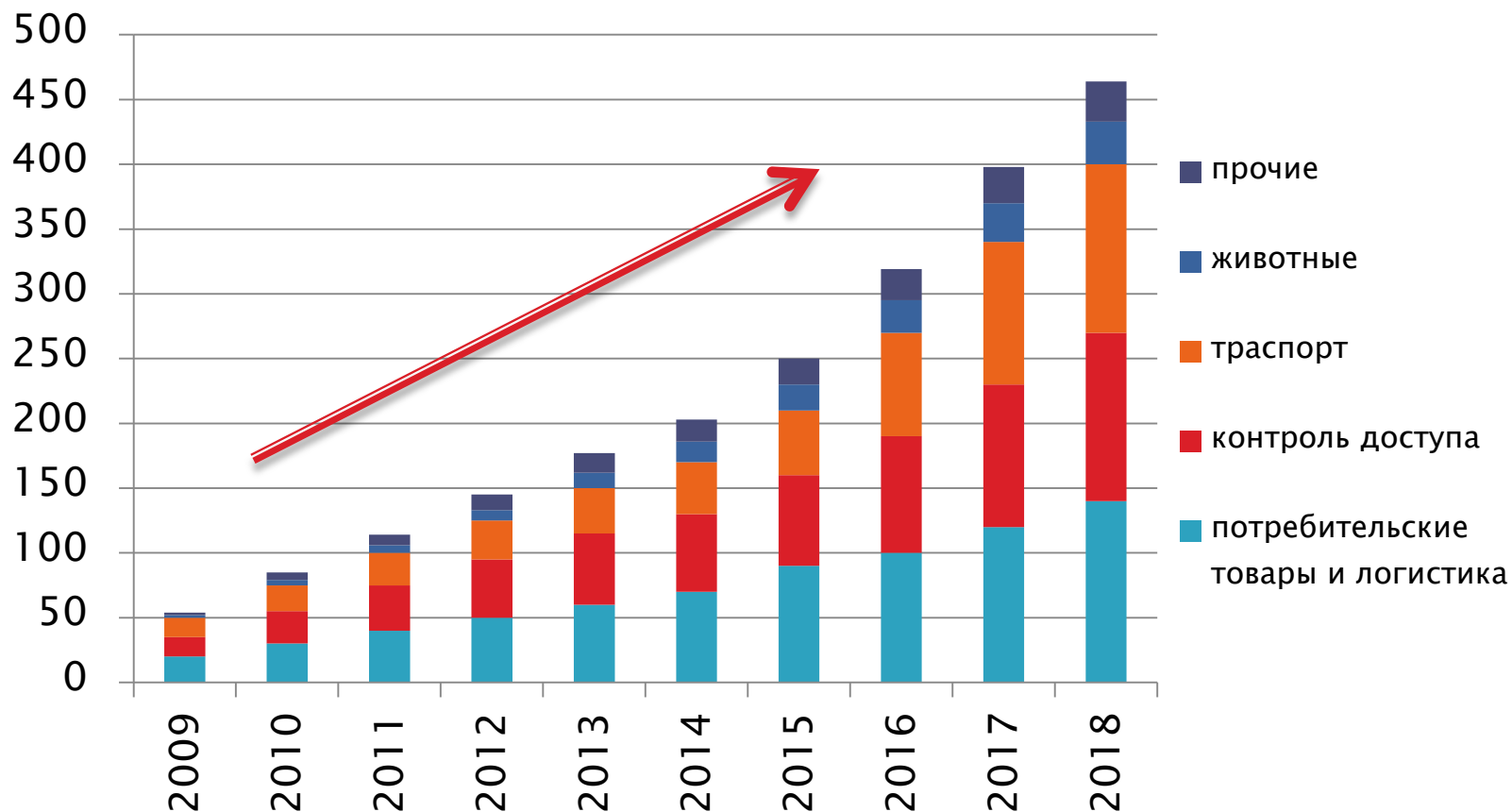
РАСПРЕДЕЛЕНИЕ РЫНКА ПАССИВНЫХ RFID ПО ДИАПАЗОНАМ ЧАСТОТ

В соответствии с международными стандартами ISO, системы RFID делятся на 4 группы:

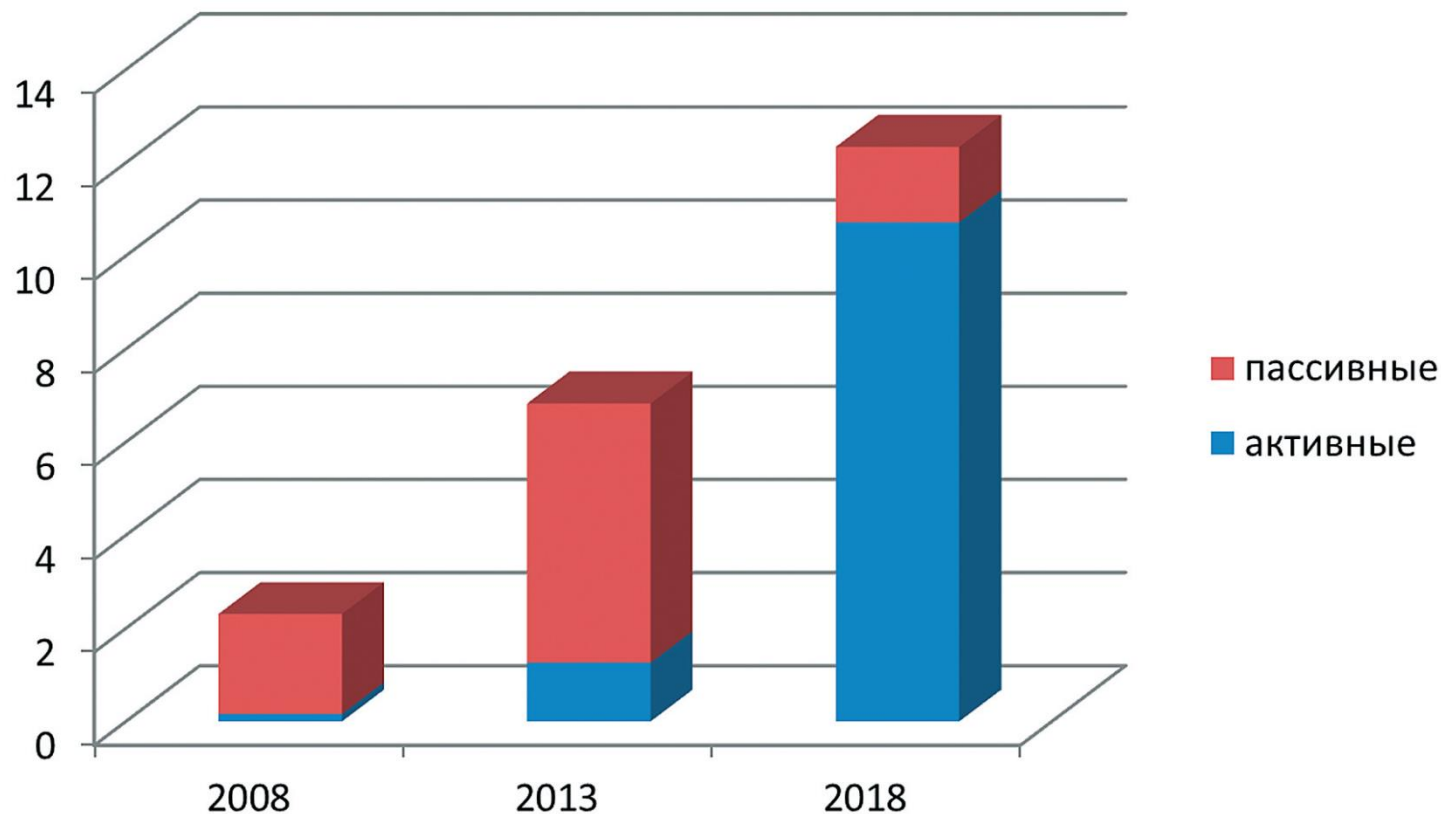
- 1) низкочастотные – рабочая частота 125 кГц;
- 2) среднечастотные – рабочая частота 13.5 МГц;
- 3) высокочастотные – рабочие частоты 433, 850-920 МГц;
- 4) сверхвысокочастотные – рабочие частоты 2.45 ГГц, 6 ГГц.



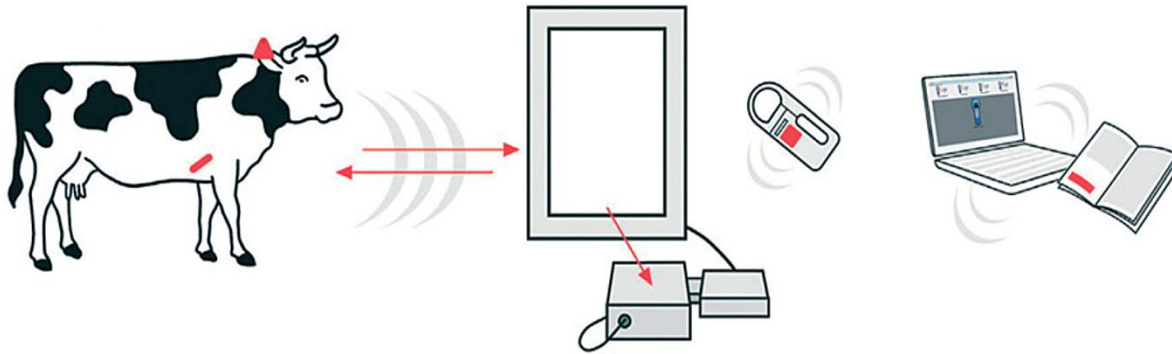
ПРОГНОЗ РОССИЙСКОГО РЫНКА RFID ПО ОТРАСЛЯМ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ 2009-2018, МЛН. \$



ПРОГНОЗ ОБЪЕМА МИРОВОГО РЫНКА RFID, МЛРД. ДОЛЛАРОВ



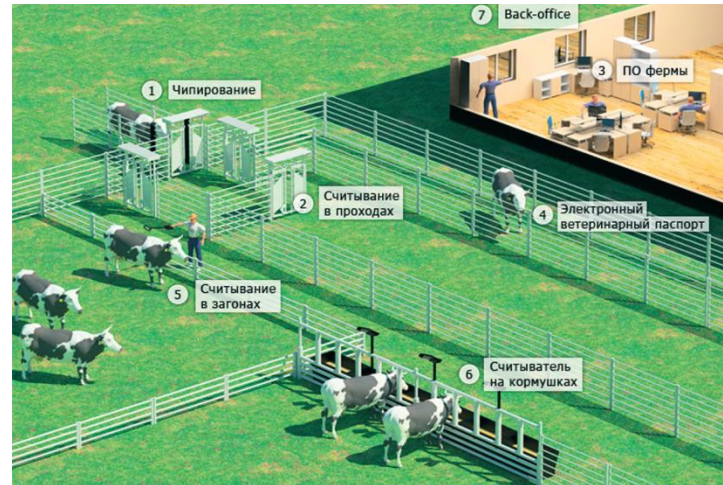
КАК РАБОТАЕТ RFID ДЛЯ УЧЕТА ЖИВОТНЫХ



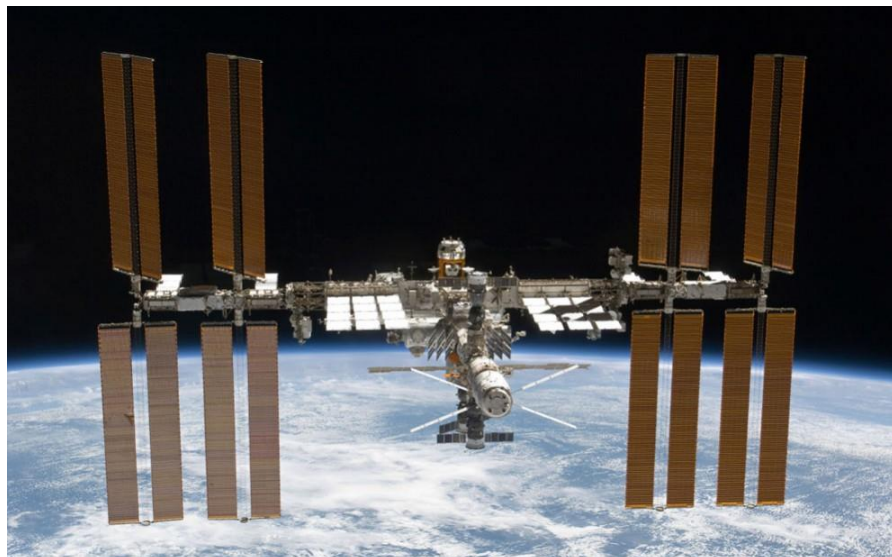
1. Метку можно либо закрепить на ухе животного, либо имплантировать в ваших животных.

2. Система RFID читает идентификационные коды для отслеживания отдельных животных с помощью портативного ридера (передатчик-приемник) и антенны.

3. Используйте входящий в комплект программное обеспечение для интеграции данных о ваших животных как систему управления.



ПРИМЕНЕНИЕ НА ТРАНСПОРТЕ

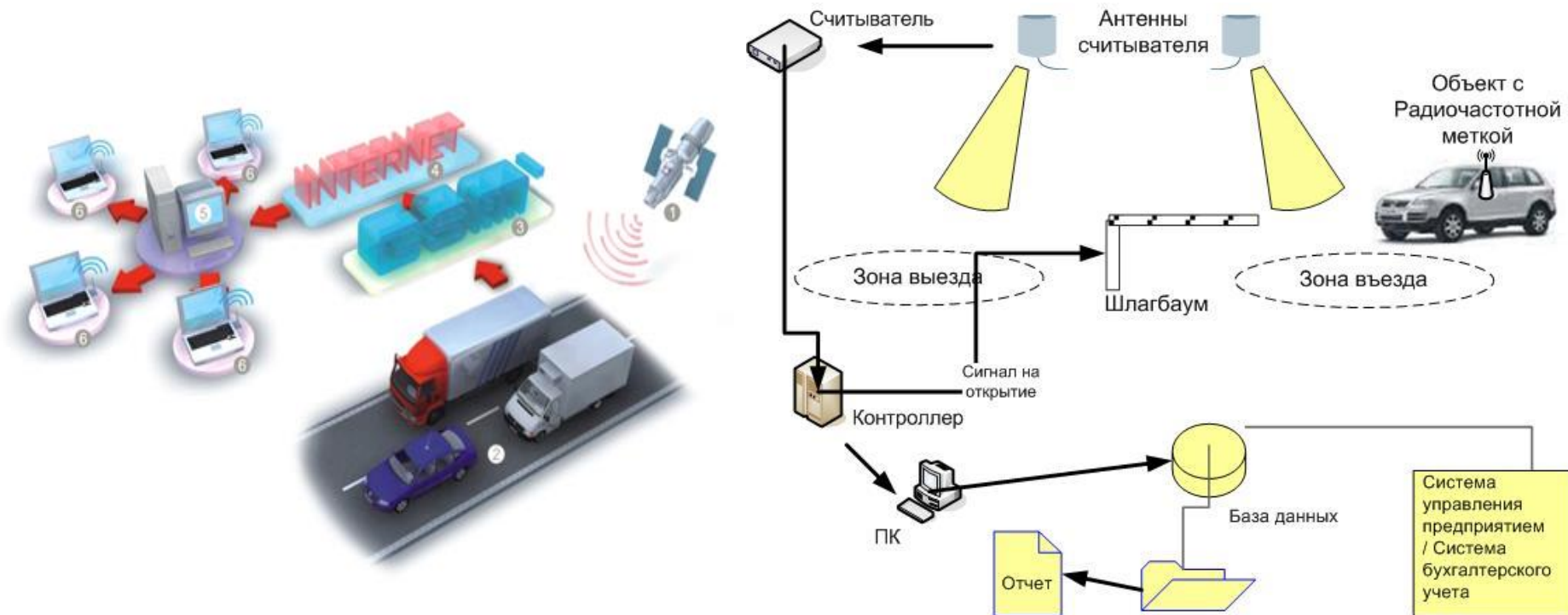


Все грузы на
Международной
космической станции
маркируются
радиочастотными метками
на ПАВ

Контейнерные перевозки
контролируются системами
радиочастотной
идентификации



КОНТРОЛЬ ТРАНСПОРТНЫХ ПЕРЕВОЗОК СИСТЕМОЙ РАДИОЧАСТОТНОЙ ИДЕНТИФИКАЦИИ



КОНТРОЛЬ ДВИЖЕНИЯ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА



Технология RFID - удобный способ идентифицировать проходящий через контрольную точку подвижной состав. Для развертывания такой системы необходима установка радиометок на вагоны и считывающих систем с большой дистанцией считывания в требуемых контрольных точках.

Самый перспективный вариант идентификации и определения направления движения состава - это компактный считыватель пассивных радиометок с рабочей частотой 2450 МГц, 6000 МГц.

Такие приборы используются в Америке и Европе. Они могут монтироваться на шпалы или между ними, не затрагивая рельсы.

СИСТЕМА РАДИОЧАСТОТНОЙ ИДЕНТИФИКАЦИИ В ЛОГИСТИКЕ



РАДИОЧАСТОТНЫЕ МЕТКИ НА ПАВ ДЛЯ УЧЕТА И КОНТРОЛЯ ВООРУЖЕНИЙ И БОЕПРИПАСОВ

- Учет и контроль наличия, боеприпасов и воинского имущества, обработка результатов учета имущества.
- Контроль за перемещением и идентификация боеприпасов и вооружения.
- Своевременное обновление информации по объектам учета.
- Отслеживание новых объектов.



ПРИМЕНЕНИЕ RFID ТЕХНОЛОГИЙ В АТОМНОЙ ЭНЕРГЕТИКЕ

На таких сложных и ответственных объектах, как атомные электростанции, влияние «человеческого фактора» должно быть сведено к минимуму. Поэтому во всем мире в настоящее время активно разрабатываются системы радиочастотной идентификации для автоматического контроля всех производственных и технологических процессов на АЭС, начиная от контроля персонала и кончая контролем высокоактивных ТВЭЛов.



Особые требования к пассивным РИМ для АЭС:

- радиационная стойкость – до 10^{18} нейтрон/см²
- рабочая температура – до 700К
- давление – до 30 МПа
- устойчивость к слабоагрессивным средам
- невозможность подделки и уничтожения кода

Такие требования могут быть выполнены только с использованием РИМ на ПАВ.



ПРИМЕНЕНИЕ RFID ТЕХНОЛОГИЙ В АТОМНОЙ ЭНЕРГЕТИКЕ

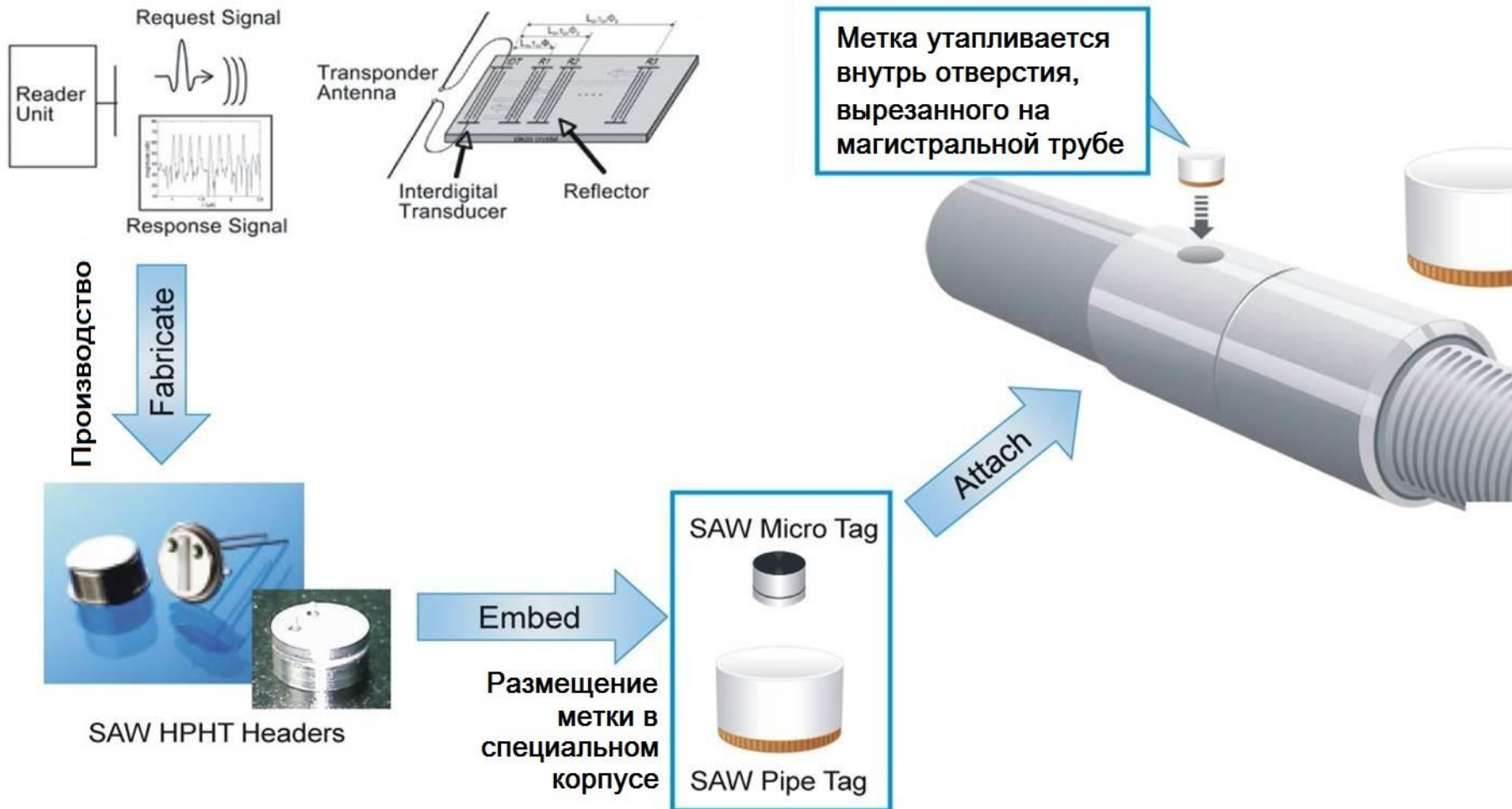


Осмотр оборудования — факт контроля и результаты отмечаются в базе данных RFID системы



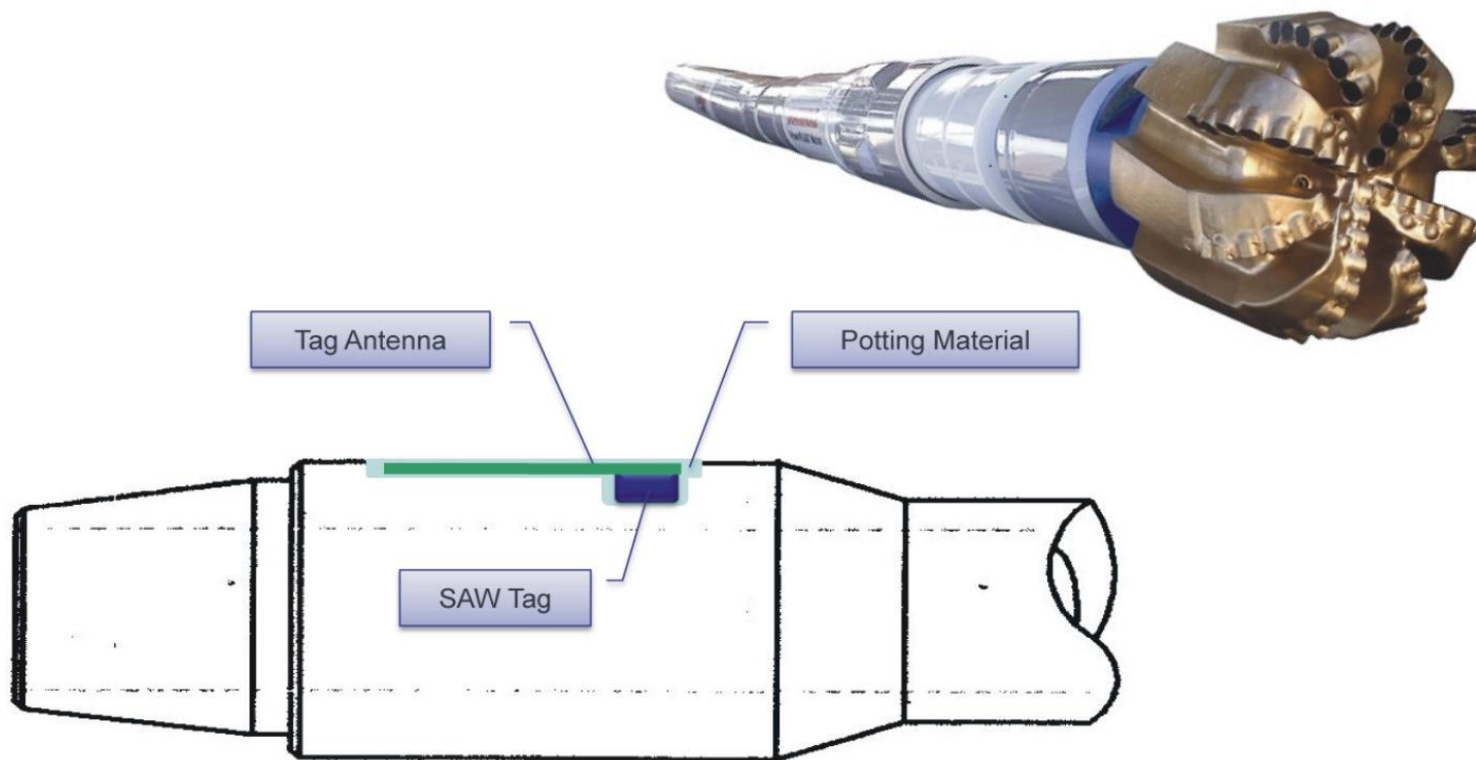
RFID система контроля хранения и транспортировки ядерных материалов и отходов. Метки позволяют также отслеживать параметры окружающей среды и их изменение (температура, давление)

ПРИМЕНЕНИЕ РИМ НА ПАВ В НЕФТЯНОЙ И ГАЗОВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ



РАЗМЕЩЕНИЕ РАДИОЧАСТОТНЫХ ИДЕНТИФИКАЦИОННЫХ МЕТОК В БУРИЛЬНОЙ ТРУБЕ

Метка вставляется в бурильную трубу в области сочленения



Автоматизированный учет использования трубы:

- по времени бурения;
- по глубине скважины;
- по методу бурения.

Отслеживание нефтепромысловых активов в течение жизненного цикла:

- производитель, серийный номер;
- периодичность осмотров;
- история сервисного и технического обслуживания;
- история использования ресурсов.

ПРЕИМУЩЕСТВА

- Прогнозирование усталости и поломки трубы.
- Снижение времени простоя бурения.
- Увеличение производительности.
- Оптимизация и планирование производства.
- Повышение безопасности персонала буровой установки.
- Прогнозирование остаточного срока скважинных нефтепромысловых активов.
- Оптимизация использования труб: новых труб в глубоких колодцах, старых труб вблизи поверхности или в неглубоких колодцах.
- Возможность прогнозирования усталости трубы для лучшего управления запасами.
- Возможность автоматизации, позволяющей предупредить пользователя о возможных проблемах во время бурения.

ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ ДАННЫЕ

СБОР ДАННЫХ

Учет бурильных труб:

- технические характеристики и информация от производителя труб;
- логистические сведения;
- учет использования в процессе бурения.

Учет осмотра трубы, сервисное и техническое обслуживание.

АНАЛИЗ ДАННЫХ И ГЛОБАЛЬНОЕ РАСПРОСТРАНЕНИЕ ДАННЫХ

Мгновенный доступ к спецификации труб и операций
Данные бурильных труб доступны через Интернет в режиме реального времени

ОТЧЕТНОСТЬ И АНАЛИЗ ДАННЫХ

Прогнозирование срока жизни бурильных труб и прогноз замены

Полный контроль использования бурильных труб и их местонахождения

ПАРТНЕРЫ

- ▶ ОАО «Росэлектроника»
- ▶ Госкорпорация «Ростех»
- ▶ Министерство обороны РФ
- ▶ Министерство сельского хозяйства РФ
- ▶ Центральный НИИ измерительной аппаратуры (Саратов)
- ▶ ОАО Авангард (Санкт-Петербург)
- ▶ ОАО "Газпром"
- ▶ ООО «Газпром трансгаз Саратов»
- ▶ ОАО НПП Контакт (Саратов)
- ▶ АО НПП «Алмаз» (Саратов)
- ▶ АО «Волжский трубный завод» (Волжский)
- ▶ Министерство сельского хозяйства Саратовской области
- ▶ Управление ветеринарии Правительства Саратовской области



Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Саратовский государственный университет имени Н.Г. Чернышевского»

Россия 410012, г. Саратов, ул. Астраханская, 83.

Ректор СГУ – Чумаченко Алексей Николаевич,
профессор, доктор географических наук.

раб/факс: (8452) 26-16-96; e-mail: rector@sgu.ru

Президент СГУ – Коссович Леонид Юрьевич,
профессор, доктор физико-математических наук.

раб/факс: (8452) 51-51-94; e-mail: president@sgu.ru

Объединенный институт микро- и наноэлектроники СГУ.

Директор – Россошанский Андрей Владимирович,
кандидат политических наук, зав. кафедрой электронных средств
массовой информации и коммуникации.

Россия 410012, г. Саратов, ул. Астраханская, 83,
раб/факс: (8452) 51-44-34; e-mail: nova@sgu.ru

