

- Autonomous Neural Network (ANN)
- Fog/Edge Computing, Wi-Fi Meshnet
- Cognitive radio optics (Machine vision)
- 4 SPI, 2 I2S, 2 I2C, 3 UART, CAN
- VPN/P2P/M2M/WLAN/LAN-IPv6
- GSM/GPS/GLONASS/RFID (option)
- SSD/SD, Battery (option)

Когнитивная радиооптика (cognitive radiooptics) ЭМИИА – машинное зрение на принципах радиооптики с применением искусственных нейронных сетей. Детекция, распознавание образов, вычисление координат и скорости динамических объектов посредством радиоволн, в том числе и за радиопрозрачными преградами.

**Разработка архитектуры автономной нейросетевой модели, наборов данных и методов обучения в машинном зрении.**

ЭМИИА | ЕМІІА

[→ ПРЕЗЕНТАЦИЯ ПРОЕКТА ЭМИИА \(PDF\)](#)

| Сравнительные характеристики программно-аппаратных решений<br>Направление: радиооптика                  | Цена<br>(руб.) | Соответствие санитарным нормам<br>использование в промышленных и<br>бытовых помещениях | Интеграция технологии в бытовые и<br>промышленные устройства IoT/IIoT | Нейронная сеть<br>Online | Нейронная сеть<br>Offline |
|---|----------------|--|---|--------------------------|---------------------------|
| Встраиваемые контроллеры и<br>модули ЭМИИА<br>Разработчик: ЭМИИА Россия                                 | 3 000          | +  | +   | +                        | —                         |
| Радиолокатор Данник-5<br>Разработчик: ФГУП СКБ ИРЭ РАН Россия   | 200 000        | —  | —   | —                        | —                         |
| Портативный радар РО-900<br>Разработчик: ЛОГИС-ГЕОТЕХ Россия  | 300 000        | —  | —   | —                        | —                         |
| Прибор EMERALD на базе Wi-Fi роутера<br>Разработчик: Массачусетский<br>технологический институт MIT США | 70 000         | +  | +   | +                        | —                         |



**ЭМИИА:** <https://www.emiia.ru/p/radiooptics.html>



**РО-900:** [http://www.geotech.ru/safety\\_equipment/bezopasnost/radary\\_-\\_obnaruzhiteli\\_lyudej\\_za\\_stenami\\_stenovizory/portativnyj\\_radar\\_dlya\\_operativnogo\\_obnaruzheniya\\_obektov\\_za\\_zhelezobetonnyimi\\_i\\_raznesennymi\\_stenami\\_ro900/](http://www.geotech.ru/safety_equipment/bezopasnost/radary_-_obnaruzhiteli_lyudej_za_stenami_stenovizory/portativnyj_radar_dlya_operativnogo_obnaruzheniya_obektov_za_zhelezobetonnyimi_i_raznesennymi_stenami_ro900/)



**EMERALD:** <https://www.emeraldinno.com/>



**Данник-5:** <http://www.sdbireras.ru/produkcziya/blizhnyaya-radiolokacziya/radiolokator-dlya-obnaruzheniya-lyudej-za-stenami-dannik-5>

| Сравнительные характеристики программных решений<br>Направление: нейронные сети для задач машинного зрения<br>на принципах радиооптики (когнитивная радиооптика) | Цена<br>(руб.) | Активная<br>фазированная<br>антенная решетка | Нейросетевая модель,<br>(Offline самообучение) | Нейросетевые фильтры<br>(обработка<br>цифровых сигналов Offline) | Требуемые<br>Вычислительные<br>мощности                                  | Размер<br>нейросетевых<br>инструментов<br>датасеты, скрипты,<br>библиотеки, архивы |
|--|----------------|--|--|--|--|--|
| Встраиваемые нейросетевые<br>элементы на базе контроллеров и<br>модулей ЭМИИА<br>Разработчик: ЭМИИА Россия   | 500            | —  | —  | —  | от 1 MFLOPS до 30 GFLOPS<br>CPU<br>(в зависимости от задач<br>и формата) | 100 MB   |
| Нейросетевые элементы в приборе<br>EMERALD на базе Wi-Fi роутера<br>Разработчик: Массачусетский<br>технологический институт MIT США                              | 5 000          | +  | —  | —  | 140-177 GFLOPS<br>CPU/GPU  | 1.7 GB   |

## ССЫЛКИ НА НАИБОЛЕЕ БЛИЗКИЕ К ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЭМИИА МЕЖДУНАРОДНЫЕ ПАТЕНТЫ И ЗАЯВКИ, ОБЛАДАТЕЛЯМИ КОТОРЫХ ЯВЛЯЮТСЯ ТРЕТЬИ ЛИЦА

**Fog/Edge Computing (периферийные вычисления)** — обработка, хранение данных и запуск программного кода на границе устройств и локальной беспроводной сети без использования облачных мощностей и локальных серверов:

**Huawei Technologies Co., Ltd.** U.S. Provisional Patent Application No. 62/514,594, entitled **Method and System for Supporting Edge Computing**, filed Jun. 2, 2017, the content of which is incorporated herein by reference in its entirety:

<https://patents.justia.com/patent/20180352050>

**Cisco Technology Inc** US9600494B2 **Line rate visual analytics on edge devices:**

<https://patents.google.com/patent/US9600494>

**Hewlett Packard Enterprise** (Hewlett-Packard Development Company , L.P.) WO2016018332A1 **Data storage in fog computing:**

<https://patents.google.com/patent/WO2016018332A1/en>

**Радиооптика** — используется для задач машинного зрения детекция, распознавание образов, вычисление координат и скорости динамических объектов посредством радиоволн:

**Massachusetts Institute Of Technology** WO2015102713A2 **Motion tracking via body radio reflections:**

<https://patents.google.com/patent/WO2015102713A2/en>

**Massachusetts Institute Of Technology** WO2015175078A3 **Object tracking via radio reflections:**

<https://patents.google.com/patent/WO2015175078A3/de>

## Цитирование

**Учебник для магистратуры "Криминология цифрового мира"**

В. С. Овчинский. — М. : Норма : ИНФРАМ, 2018. — 352 с.  
**(стр. 316, раздел IV)**

<https://emiia.github.io/1/Criminology.pdf>

## Цитирование

**Сборник научных трудов по материалам I Международной научно-практической конференции «Ключевые проблемы и передовые разработки в современной науке».**

— Международный научно-информационный центр «Наукосфера».  
Смоленск: ООО «Новаленсо», 2017. 238 с.

**(ЭМИИА стр. 122, раздел V)**

<https://emiia.github.io/1/Klyuch-probl-i-per-razrab-okt-2017.pdf>

## Публикации

**Сборник материалов научно-технической конференции с**

представителями сектора исследований и разработок,  
коммерческого сектора, высшего профессионального образования  
Крымского федерального округа в рамках участия в 2015 году в  
реализации федеральных целевых программ и внепрограммных  
мероприятий, заказчиком которых является Минобрнауки России, г.  
Севастополь, 01-02 декабря 2015 г. / Редакция Е.Б. Мелков, В.А. Куликов,  
А.С. Слепокуров. – Севастополь: СРО ВОИР, 2017. – 167 с.

**(ЭМИИА, В.В. Старостин, А.Н. Люман, Н.В. Филиппова, стр. 164, раздел I)**

<https://emiia.github.io/1/CollectionMON.pdf>



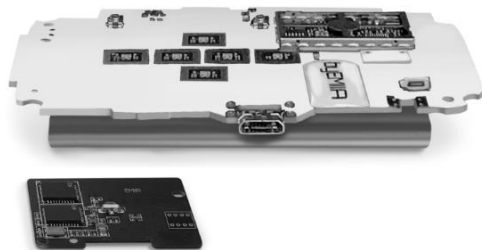
Scholar Google Citations

Список публикаций/цитирований

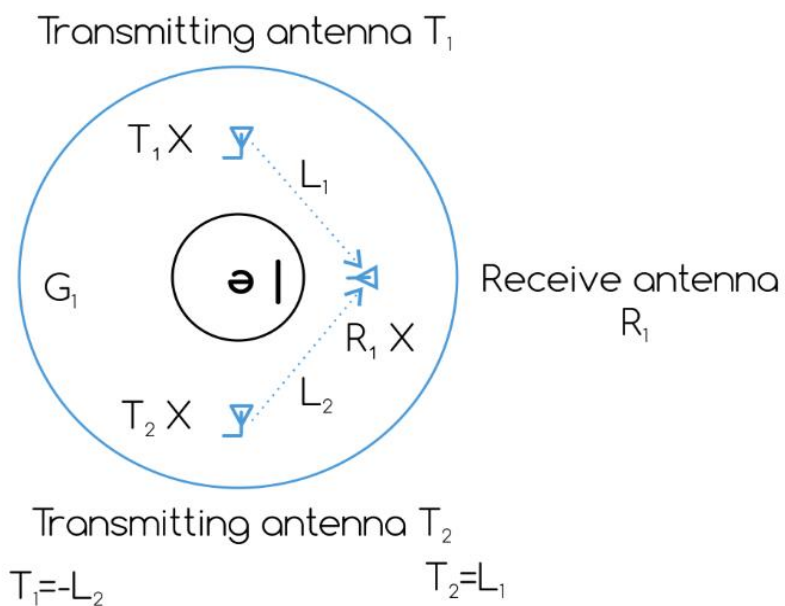
Профиль проекта и авторов с разделом соавторы:

<https://scholar.google.ru/citations?user=ffHMwpwAAAAJ&hl>

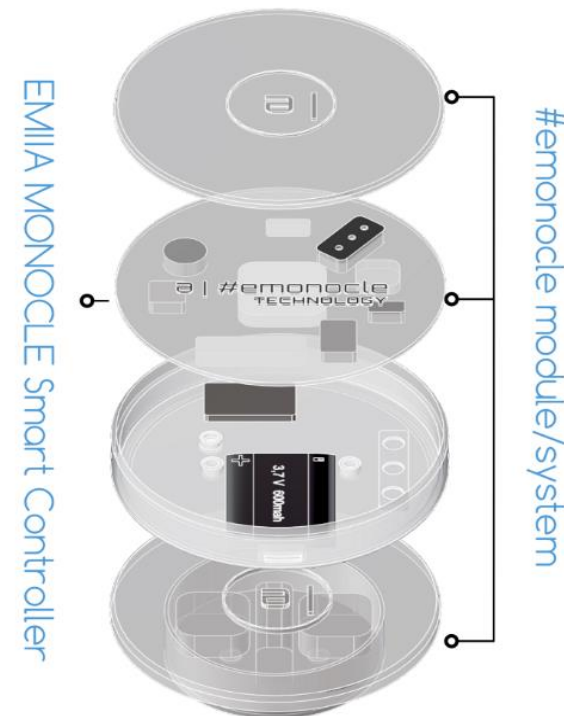
# РАЗРАБОТАН ОПЫТНЫЙ ОБРАЗЕЦ УСТРОЙСТВА НА ПРОГРАММНО-АППАРАТНОЙ БАЗЕ ВСТРАИВАЕМОГО SMART КОНТРОЛЛЕРА ЭМИИА MONOCLE (ТЕСТОВАЯ МОДЕЛЬ В КРУГЛОМ КОРПУСЕ)



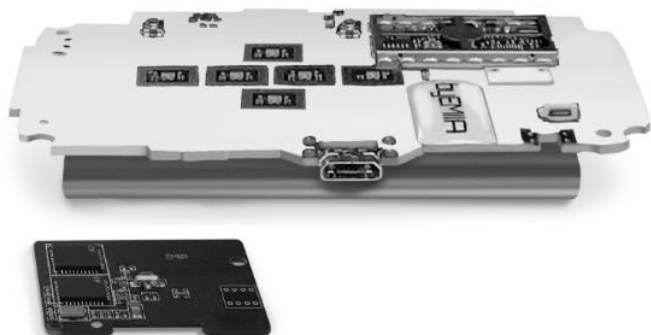
- Autonomous Neural Network (ANN)
- Fog/Edge Computing, Wi-Fi Meshnet
- Cognitive radio optics (Machine vision)
- 4 SPI, 2 I2S, 2 I2C, 3 UART, CAN
- VPN/P2P/M2M/WLAN/LAN-IPv6
- GSM/GPS/GLONASS/RFID (option)
- SSD/SD, Battery (option)



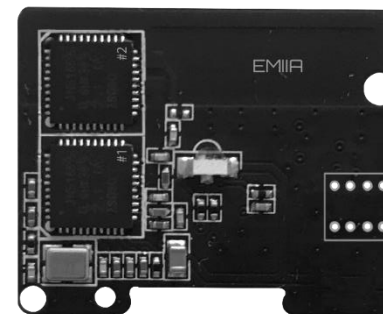
Damping Effect compensated.  
Zero forcing.







Встраиваемый контроллер ЭМИИА с интегрированным микроконтроллерным блоком ( модуль) #emonocle/MONOCLE



Встраиваемый модуль ЭМИИА #emonocle/MONOCLE (микроконтроллерный блок)

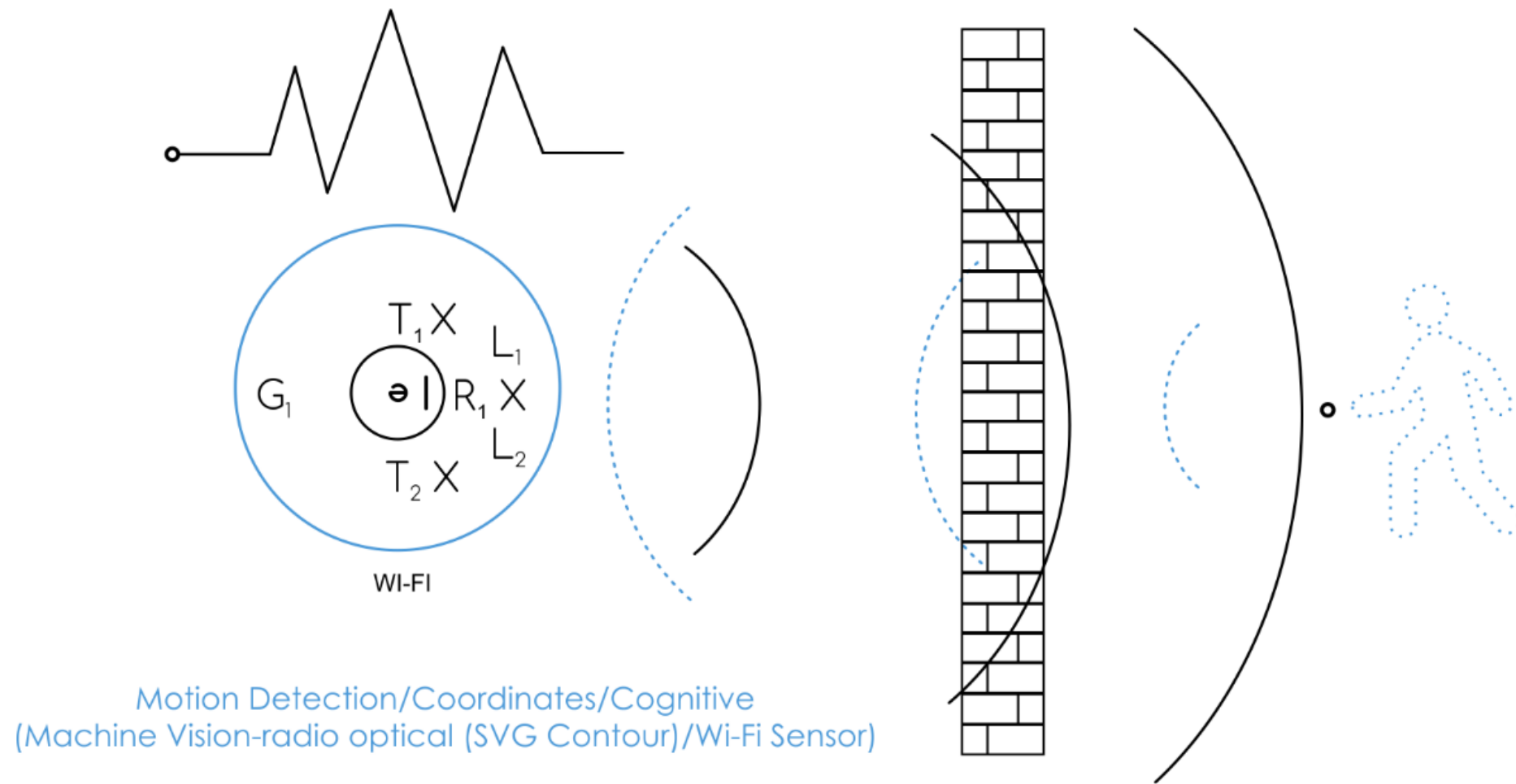
Аппаратно-программное решение: встраиваемый Smart контроллер с модулем ЭМИИА.

Четыре группы антенн G1, G2, G3, G4, осуществляют обнаружение и захват восьми движущихся объектов.

В одной группе G1 три направленных антенны: две антенны используются для передачи сигнала (Transmitting) T1, T2 в противофазе, и одна для приема (Receive) R1.

Компенсация эффекта затухания радиоволн Damping Effect Compensated (DEC) достигается посредством аппаратного элемента X в системе (подлежит патентованию) и обнуления MIMO Zero forcing (ZF), реализуется с использованием программных фильтров для статических объектов. Что позволяет вычислять радиоволны H2 которые отразились от движущихся объектов сквозь оптически непрозрачные преграды и материалы. А также более точно отслеживать координаты объектов с применением техники обратного радиолокационного синтезирования апертуры.

$T1=-L2$   $T2=L1$  Эффект затухания радиоволн компенсирован. Обнуление радиоволн отраженных от статических объектов.



Используются дециметровые и сантиметровые волны ультравысокой и сверхвысокой частоты (СВЧ и УВЧ) в частотных диапазонах 2,4 ГГц, 5 ГГц.

Радиоволны проходят сквозь препятствия и их неметаллические элементы H3 H4, отражаются от движущихся объектов H2 и несут информацию к приемнику. Принцип действия аналогичный радару или гидролокатору.

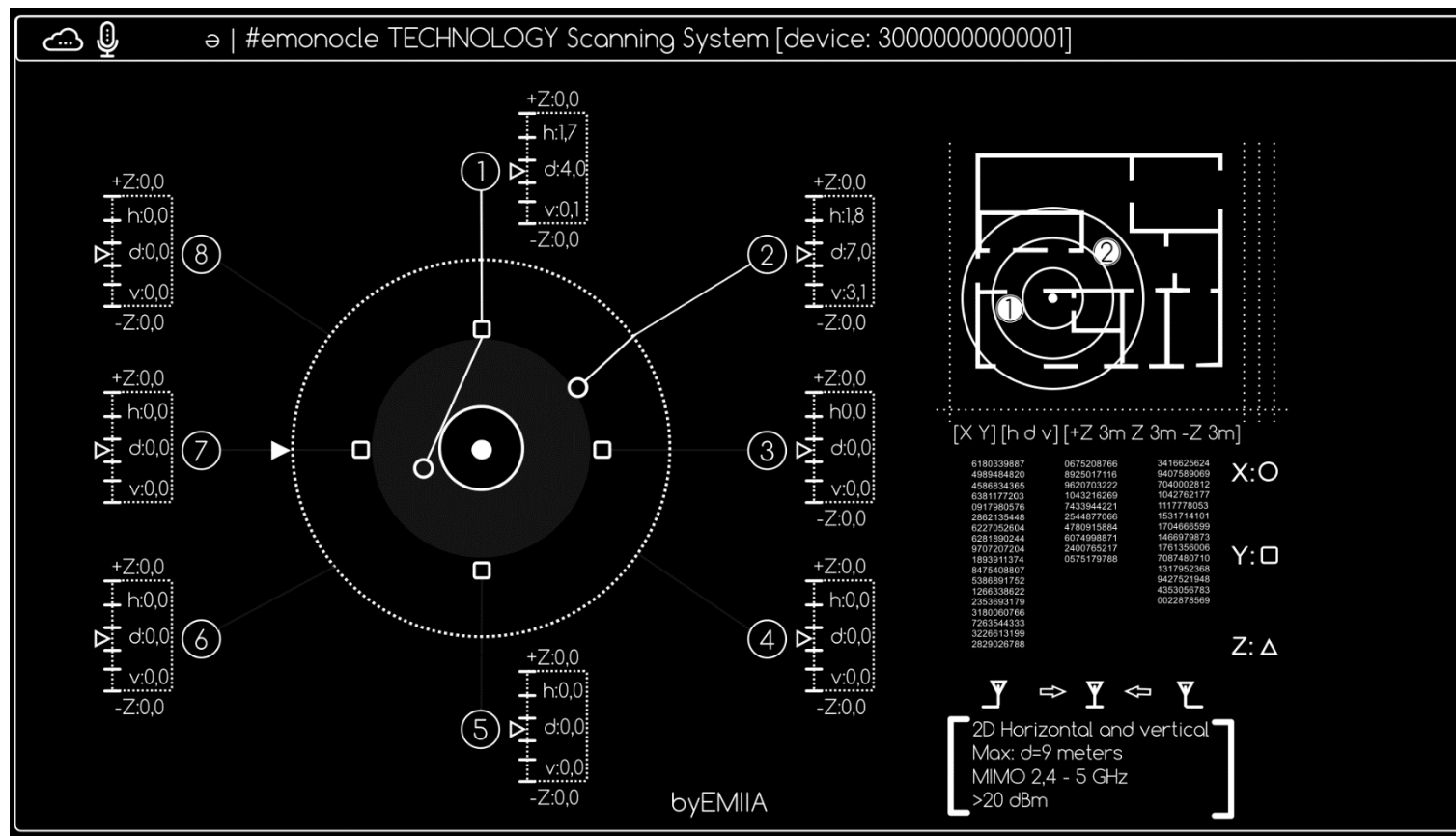
Волна проходит через группу антенн G1, таким образом сигналы H1 отраженные от неподвижных объектов не принимаются к обработке приемной антенной R1 (программные фильтры). В общем линейном потоке H2 регистрируются только те данные которые отразились от движущихся объектов, аппаратный элемент X компенсируют эффект затухания радиоволн, а программные фильтры выполняют обнуление MIMO ZF (статические объекты). Модуль использует алгоритм сканирования для определения параметров объектов вычисляя время и мощность отраженного сигнала, рассчитывает последовательность пространственных меток.

Поляризация обнаружения движущихся объектов: вертикально-горизонтальная.

Визуализация интерфейса 2D.

$t=0,90m$  – максимальное значение в коммерческом применении, компенсация эффекта затухания радиоволн DEC и обнуления ZF. Общая максимальная толщина стен, архитектурных конструкций, оптически непрозрачных преград и материалов в метрах.

$d=9m$  – максимальное значение в коммерческом применении, компенсация эффекта затухания радиоволн DEC и обнуления ZF. Вертикально-горизонтальный радиус обнаружения и захвата движущихся объектов в метрах.



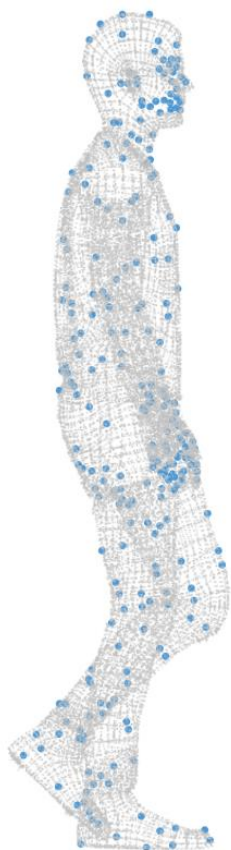
Для вывода всех параметров обязательным условием является применение осциллографа, программной среды MATLAB, спецоборудования и программного обеспечения.

Рис. Скриншот параметров системы на мониторе компьютера



Рис. Скриншот видео тестирования работы системы.

Видео: <https://youtu.be/cHT3bFJCbSo>



```

id="path818"
d="m 94.87779,47.028008 c 0.0,336925
-0.263607,0.601613 -0.5991,0.601613 -0.359462,0
-0.623066,-0.264688 -0.623066,
-0.601613 0,-0.336911 0.263604,
-0.625678 0.623066,-0.625678 0.335493,0 0.5991,
0.288767 0.5991,0.625678 z"

id="path820"
d="m 86.706063,53.357054 c 0.0,336911
-0.263604,0.601613 -0.623064,0.601613 -0.335496,0
-0.599099,-0.264702 -0.599099,-0.601613 0,-0.336911
0.263603,-0.625692 0.599099,-0.625692 0.35946,
0 0.623064,0.288781 0.623064,0.625692 z"

id="path826"
d="m 101.63564,47.028008 c 0.0,336925
-0.28757,0.601613 -0.62307,0.601613
-0.33549,0 -0.5991,-0.264688 -0.5991,-0.601613 0,
-0.336911 0.26361,
-0.625678 0.5991,-0.625678 0.3355,0 0.62307,
0.288767 0.62307,0.625678 z"

id="path828"
d="m 103.81636,53.597704 c 0.0,360963
-0.2636,0.625679 -0.5991,0.625679 -0.35946,
0 -0.62306,-0.264716 -0.62306,-0.625679 0,-0.336911 0.2636,
-0.601613 0.62306,-0.601613 0.3355,0 0.5991,
0.264702 0.5991,0.601613 z"

id="path822"
d="m 94.87779,52.009423 c 0.0,336911
-0.263607,0.601627 -0.5991,0.601627 -0.359462,0
-0.623066,-0.264716 -0.623066,-0.601627 0,-0.360962 0.263604,
-0.625691 0.623066,-0.625691 0.335493,0 0.5991,
0.264729 0.5991,0.625691 z"

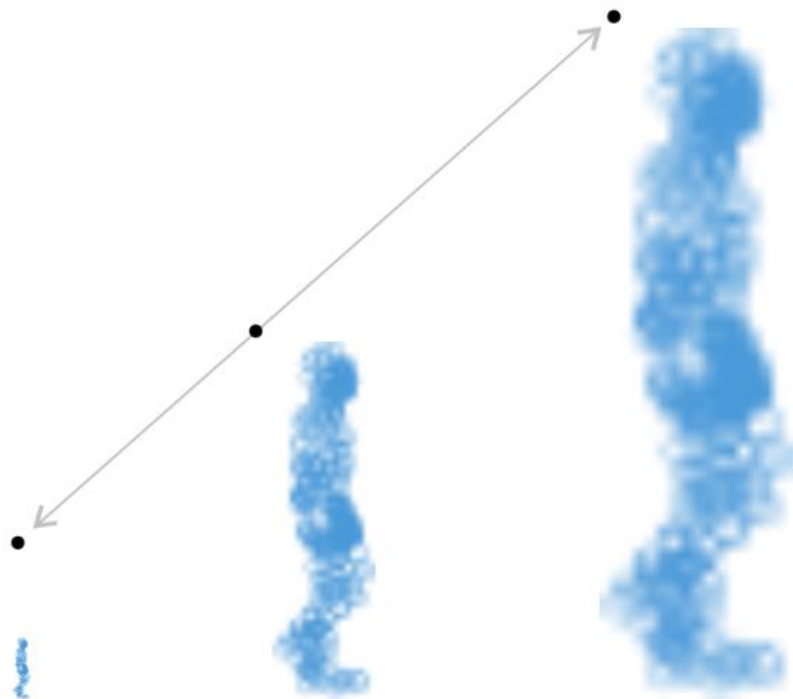
id="path824"
d="m 89.413996,49.434488 c 0.0,336911
-0.263603,0.625678 -0.5991,0.625678 -0.335496,
0 -0.623064,-0.288767 -0.623064,-0.625678 0,
-0.336884 0.287568,-0.625678 0.623064,-0.625678 0.335497,
0 0.5991,0.288794 0.5991,0.625678 z"

```



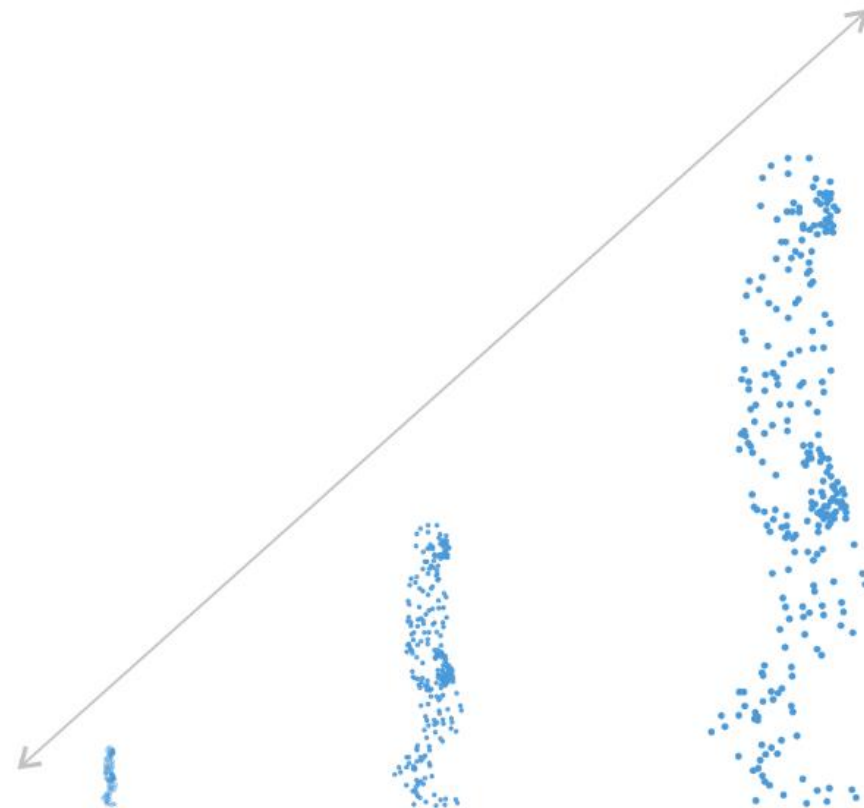
Цифровая векторная модель ML, псевдо 3D,  
2-10 Kbyte, HTML5/JS/JSON, без включения аналоговойрастровой графики

[→ ТЕСТОВЫЙ КОД МОДЕЛИ ML](#)



Data Set size (fragment 2D) of standard models ML: **100 Kbyte**

Raster Analog Graphics ML



Size of the Data Set (fragment 2D) of the EMIIA models ML: **2-10 Kbyte**

EMIIA Vector Digital Graphics ML

Сравнительные характеристики фрагментов растрового датасета (слева),  
и векторного датасета ЭМИИА (справа).

## ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ПРОГРАММНЫЕ ИНСТРУМЕНТЫ ПРИМЕНЯЕМЫЕ В РАЗРАБОТКАХ

Построение и тренировка нейросетевой модели ЭМИИА: TensorFlow Lite — открытая программная библиотека для глубокого машинного обучения.  
(машинное зрение, \*текст, голос offline)

→ [TENSORFLOW LITE](#)

→ [VIRTUAL ASSISTANT OFFLINE](#)

→ [TENSORFLOW LITE JS](#)

Нейросетевые программные инструменты и модель машинного обучения интегрируются в аппаратную часть периферийных устройств [IoT/IIoT edge](#). За счет автономности и компактных датасетов данный формат позволяет повысить уровень информационной безопасности, увеличить скорость обработки данных, исключить локальные сервера и облачные ресурсы.

Моделирование нейросетевой модели ЭМИИА: MATLAB/Simulink: Signal Processing Toolbox, DSP System Toolbox, Image Processing Toolbox, Wavelet Toolbox, Communications System Toolbox — наборы функций и объектов, позволяющих решать широкий спектр задач обработки сигналов, изображений, проектирования цифровых фильтров и систем связи.

→ [MATLAB/SIMULINK](#)

Проектирование и моделирование системы цифровой обработки сигналов с фазированной антенной решеткой: MATLAB/Simulink: Phased Array System Toolbox предоставляет алгоритмы и приложения для проектирования, моделирования и анализа систем сенсорных матриц в приложениях радиолокации и беспроводной связи. Продукт обеспечивает полную реализацию всего спектра многофункциональных систем с фазированной решеткой, требующих частоты, PRF, формы волны и гибкости диаграммы направленности.

→ [PHASED ARRAY SYSTEM TOOLBOX](#)

Системы управления реляционными базами данных (СУРБД) используемые в проекте ЭМИИА: SQLite — компактная встраиваемая СУРБД, исходный код библиотеки передан в общественное достояние.

→ [INTERPHET-PECYPC SQLite](#)

Создание векторная графики нейросетевой модели ЭМИИА HTML5, JS, JSON: Adobe Animate.

→ [INTERPHET-PECYPC ADOBE ANIMATE](#)



Входные данные радиоволн преобразованные в дискретный код формируются в структуру SVG (Scalable Vector Graphics - язык разметки масштабируемой векторной графики) для обработки, хранения и машинного обучения на SVG (XML) данных. В некоторых случаях вес моделей не превышает 1 Мб и включает в себя всю необходимую информацию для решения задач машинного зрения. Малый размер позволяет интегрировать инструменты для работы с искусственными нейронными сетями непосредственно на аппаратную базу большинства электронных устройств (контроллеры, микрокомпьютеры, сетевое оборудование). Что дает возможность системе не использовать облачные ресурсы функционировать без интернет-соединения в автономном режиме. Данный метод не требует создания и хранения громадного количества фото/видео примеров с трудоемким процессом по их разметке правильными ответами, а также больших вычислительных мощностей для последующей обработки данных.

Необходимым условием для задач радиооптики является два микроконтроллера с Wi-Fi IEEE 802.11 b/g/n интерфейсом на каждый микроконтроллер и их взаимодействием между собой, как на программном, так и на аппаратном уровне. Мощность электромагнитного излучения на один микроконтроллер должна быть в пределах 20 dBm или более

Система (когнитивная радиооптика) вычисляет объем объекта по образцу цифровой контурной маски радиоволн, маркерам  $x, y, z$  в SVG и распознает его. В процессе самообучения нейронная сеть способна автономно дополнять и изменять общие модели SVG образов, следовательно более точно определять типы движущихся объектов, подстраиваться к границам пространства, конкретным пользователям и задачам, а также принимать самостоятельно операционные действия относительно автоматизации процессов.

**\*Моделирование системы осуществляется посредством инструментов MATLAB с дальнейшим компилированием кода для среды машинного обучения TensorFlow Lite.**

Цифровая контурная маска в SVG формате с маркерами по значениям  $x, y, z$  (движение человека), модель для обучения нейронной сети, сгенерированная программными инструментами MATLAB, устройствами вывода и ввода, аппаратными средствами и специализированным ПО для анализа и преобразования данных.

В процессе получения данных были устранены радио-шумы посредством программных фильтров.

**Объект: взрослый человек. Время фиксации движения: четыре секунды, с детекцией на 1-й секунде и распознавании образа, определение скорости и координат на 2-й секунде.**

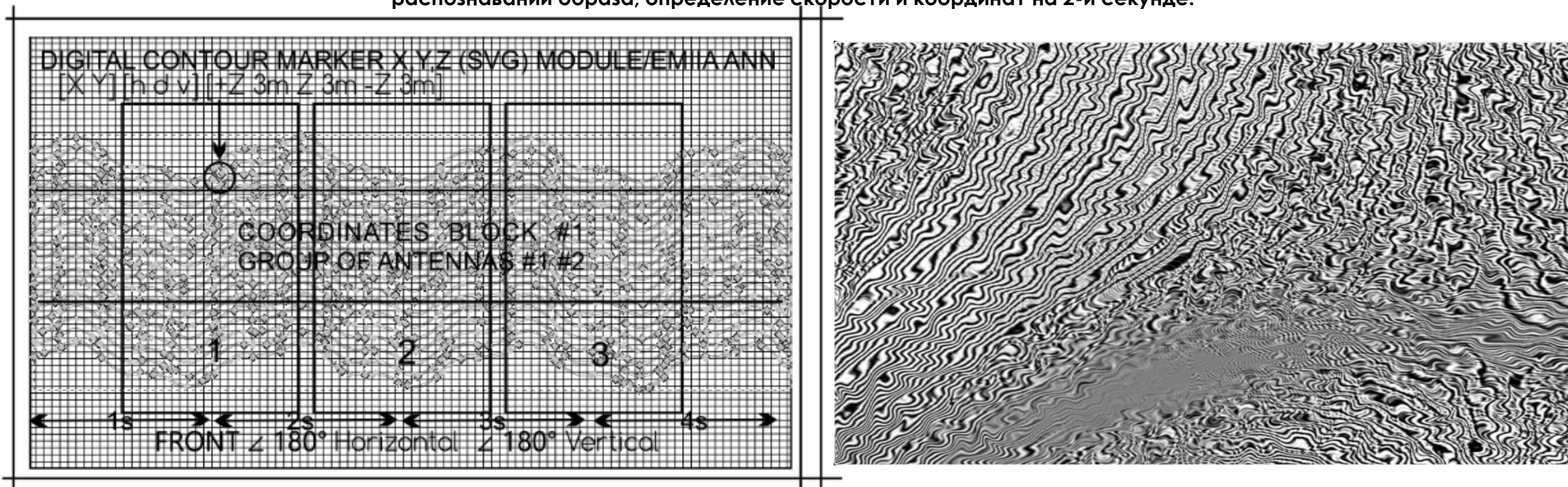
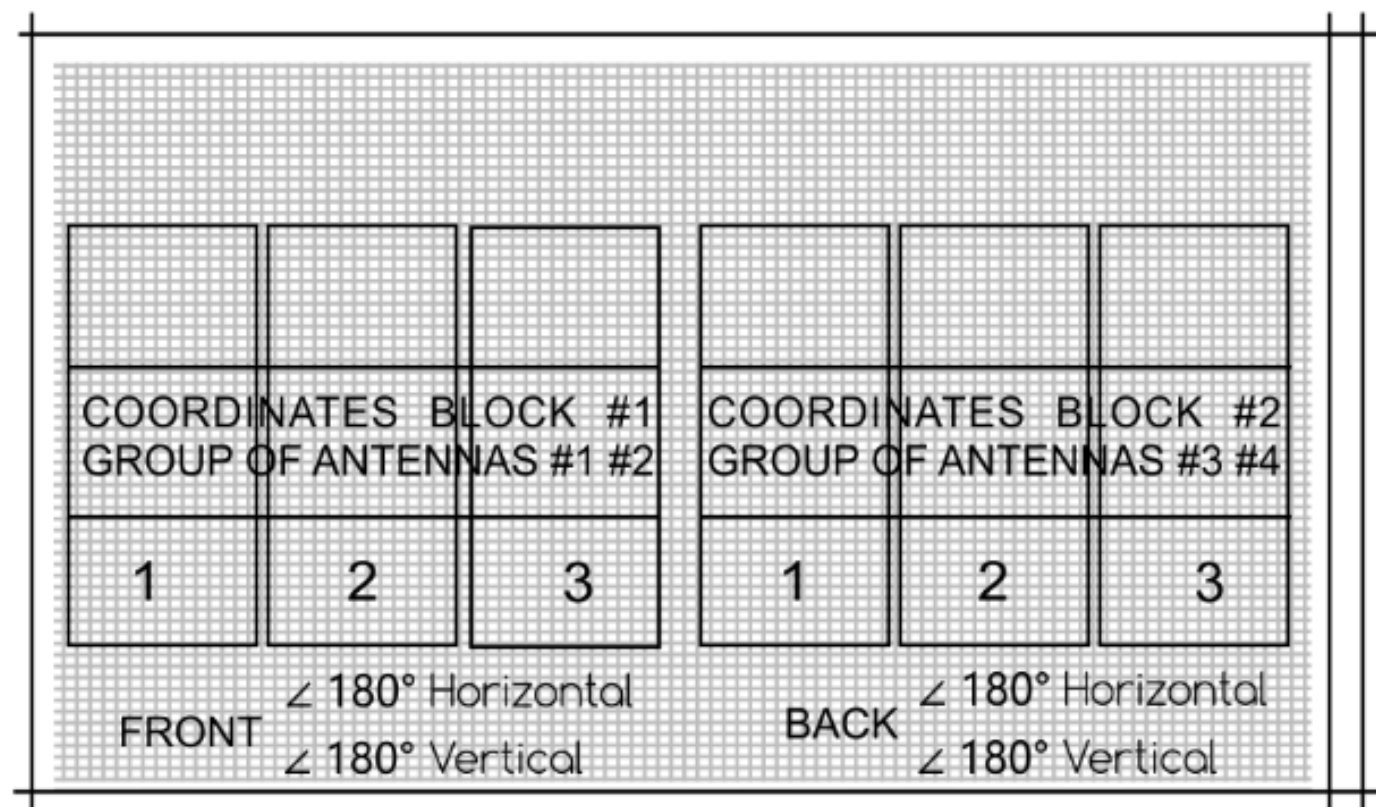


Рис. Радиограммы с маркерами контуров без цифровых значений (2D).

HTML (XML) код SVG модели движения взрослого человека с цифровыми маркерами, контурами, значениями и координатами  $x, y, z$  (емкость объекта): <http://www.emiia.ru/p/version1.html>



Разнесенные группы направленных антенн горизонтально-вертикальной поляризации:  
 Блок #1 передняя часть устройства (три координатных сектора)  
 Блок #2 задняя часть устройства (три координатных сектора)



## SVG (Scalable Vector Graphics)

```
id="line32003"  
y2="4752.7202"  
x2="119.94"  
y1="4744.7598"  
x1="16243"
```

```
56,-46.32 -847.87,364.18 -427.91,412.06 -  
603.35,318.5  
-864.5,179.2 -55.12,-29.4 -114.12,-60.87 -179.96,-  
89.9  
-212.13,-93.51 -282.15,-89.81 -450.94,-80.89 -  
64.53,3.41  
-143.49,7.59 -250.35,7.42 -265.2,-0.42 -461.79,-  
188.08  
-646.27,-364.19 -161.92,-154.57 -314.4701,-300.2 -  
494.8389,  
-300.48 -193.92997,-0.3 -329.48997,75.18 -  
459.14997,147.38  
-119.79,66.69 -234.61,130.63 -386.00001,130.4 -  
28.79,-0.05  
-56.16,-0.23 -82.23,-0.51 z
```

Фрагмент кода цифровой модели движения  
взрослого человека с цифровыми маркерам  
и значениям: <https://emiia.ru/neuralmodel1.txt>

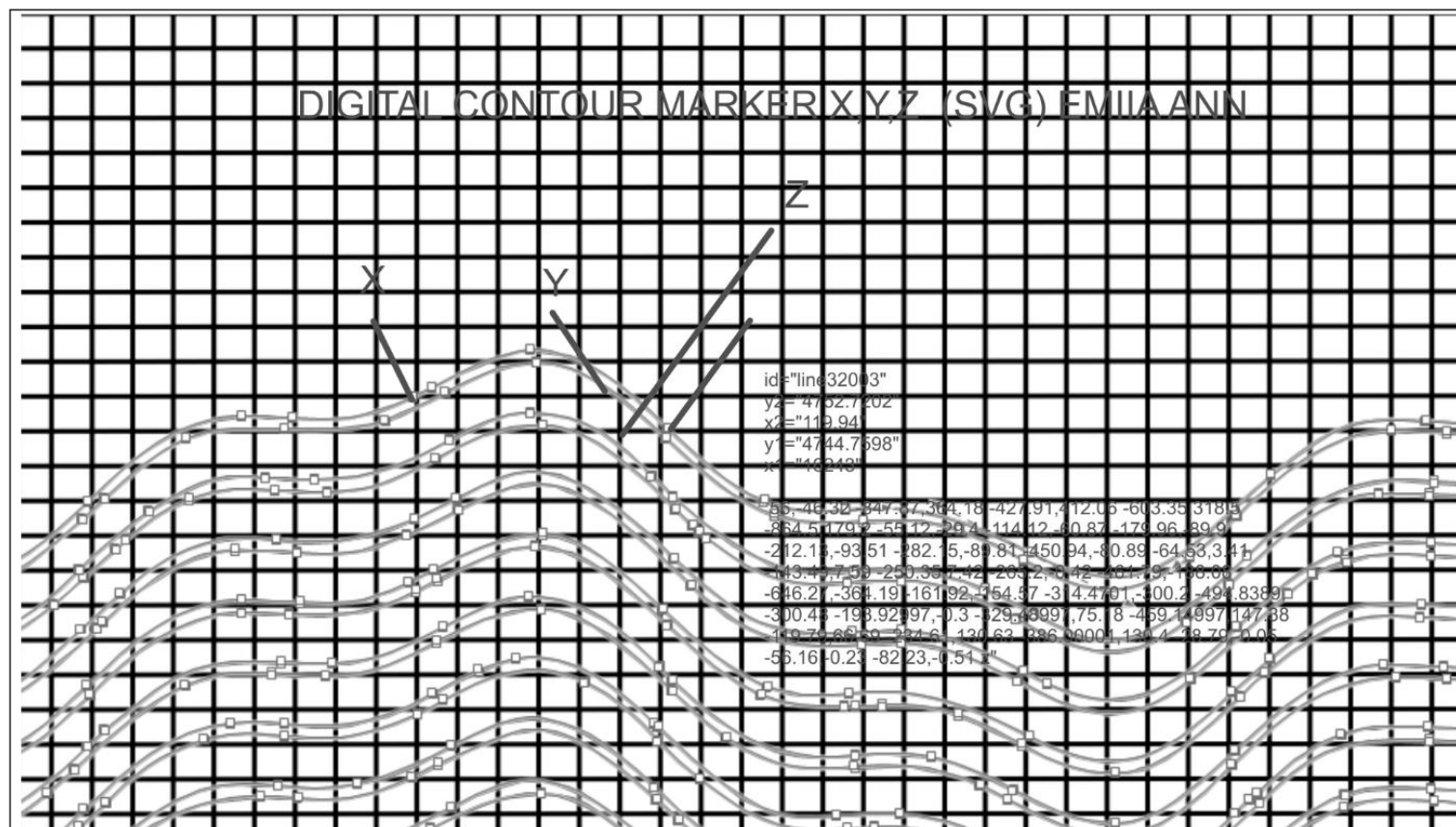


Рис. Радиограмма с цифровыми маркерами контуров и цифровыми значениями x,y,z (векторы, 2D).



1.

Границы наблюдения-движение отсутствует  
аналоговый радиосигнал трансформирован  
в цифровой посредством аппаратной части.

Получены оцифрованные данные  
радиосигналов для последующей обработки и  
анализа.

(микроконтроллерный блок #emonocle offline)

2.

Детекция-зафиксировано движение в границах  
наблюдения, скорость и координаты объекта  
вычислены посредством прошивки и  
направленных разнесенных групп антенн.  
(микроконтроллерный блок #emonocle offline)

3.

Определение емкости и распознавание объекта  
по цифровым маркерам и значениям SVG  
контуров модели x,y,z

(нейронная сеть ЭМИИА online/offline  
в зависимости от аппаратной части)

4.

Самообучение нейронной сети ЭМИИА  
усовершенствование и модификация  
SVG модели конкретного объекта.  
(online/offline в зависимости от аппаратной части)

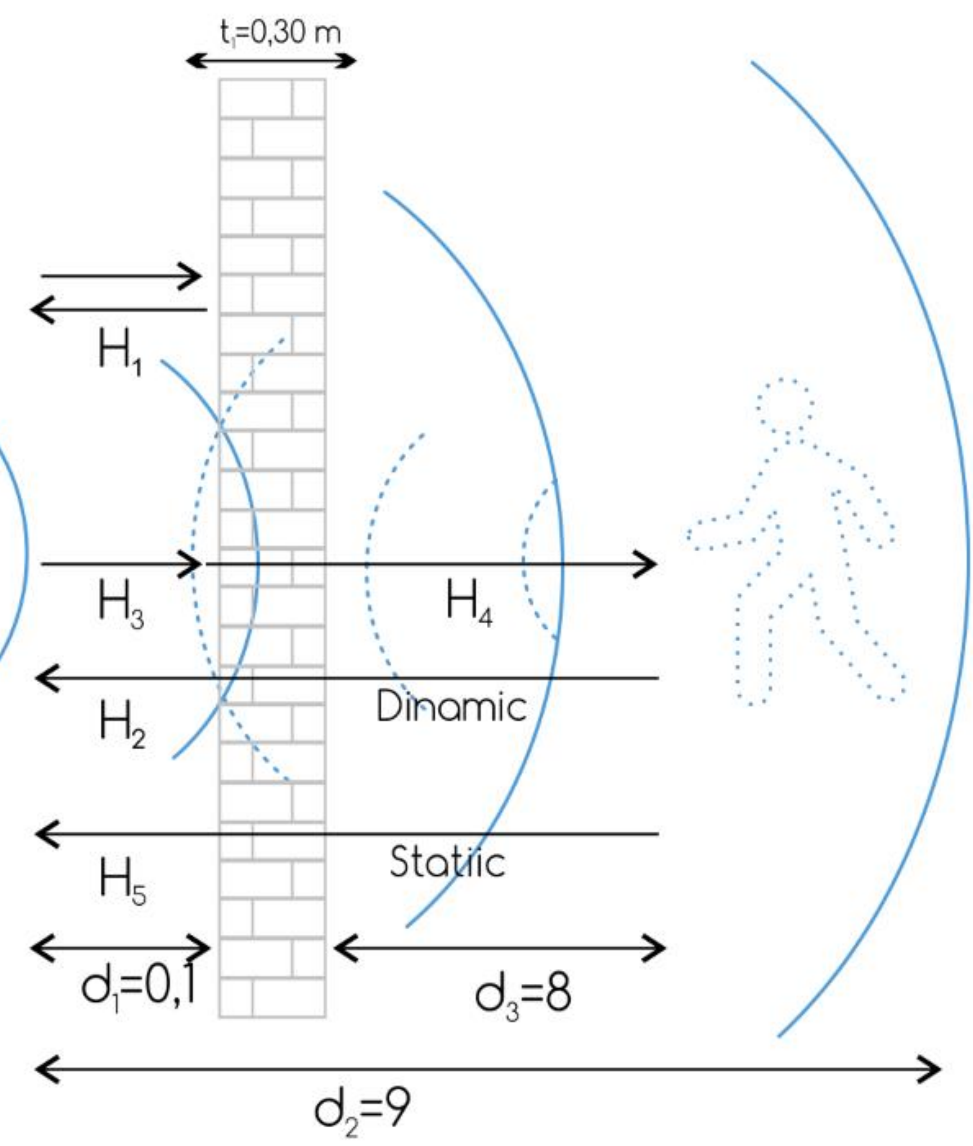
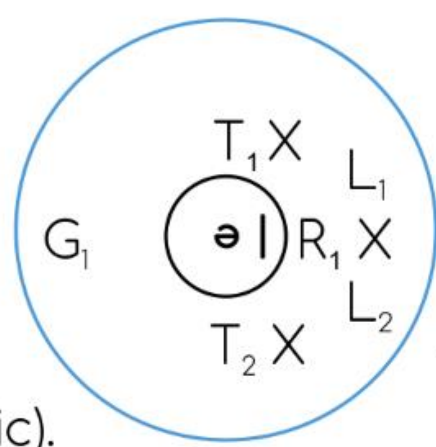




$$T_1 = -L_2 \quad T_2 = L_1$$

Damping Effect  
compensated.  
Zero forcing (static).

2D Horizontal and vertical  
Max:  $d=9$  meters  
MIMO 2,4 - 5 GHz  
>20 dBm



$G_1$  - первая группа антенн модуля сканирования:

$T_1$  - передающая антенна №1

$L_1$  - радиолиния №1

$L_2$  - радиолиния №2

$T_2$  - передающая антенна №2

$H_1$  - отраженные радиоволны от статических оптически непрозрачных объектов.

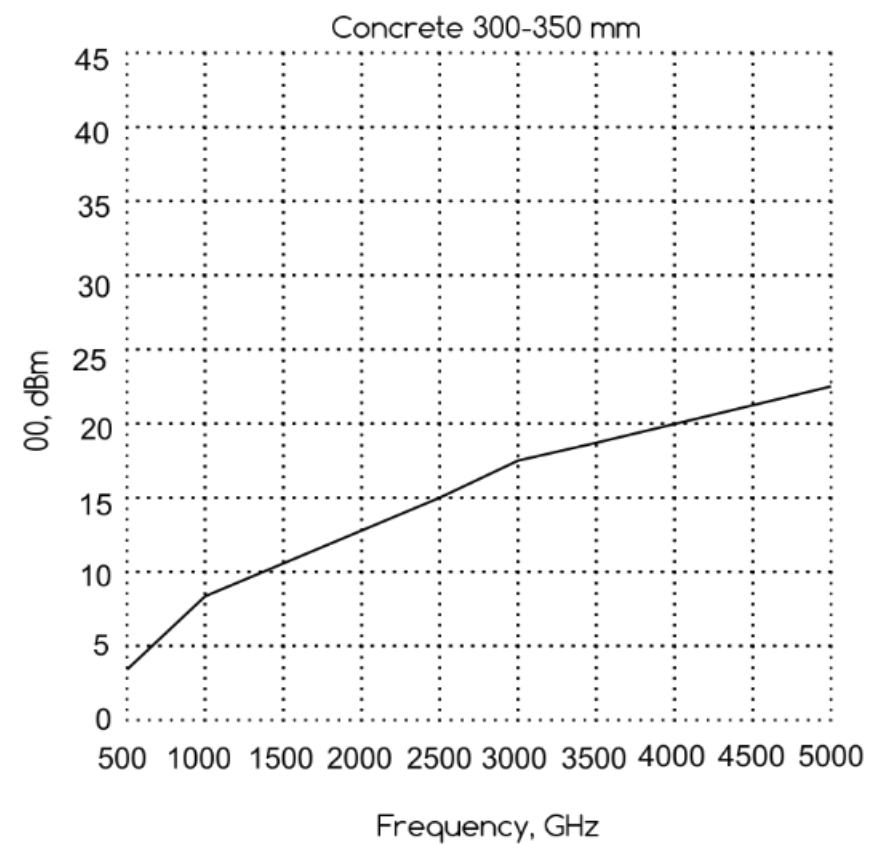
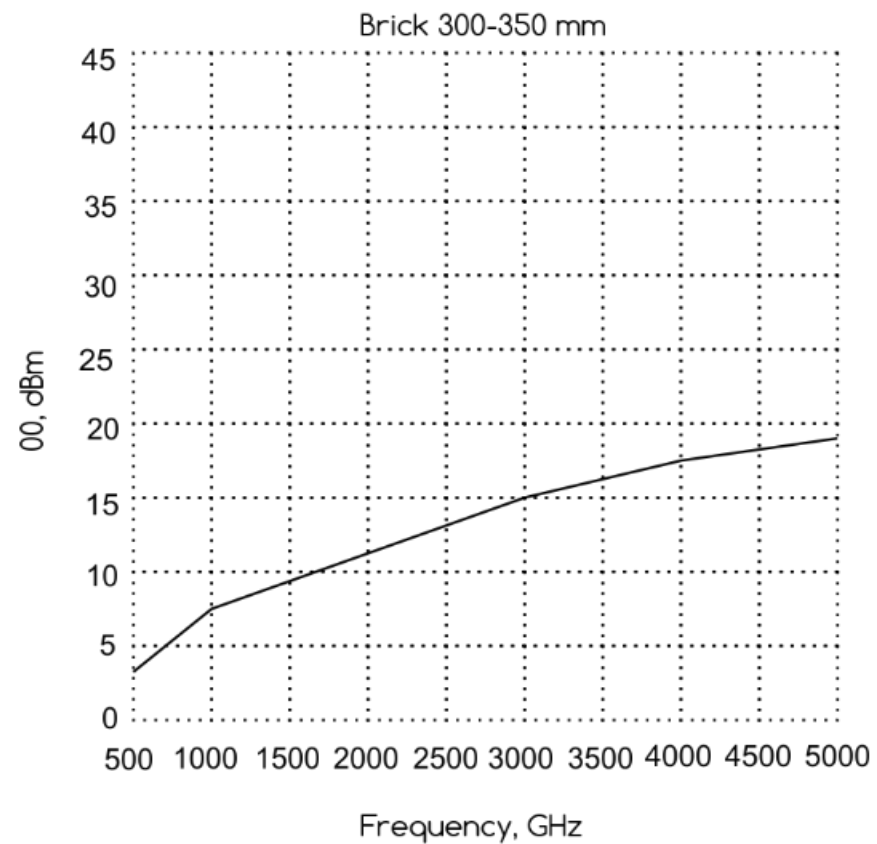
$H_2$  - отраженные радиоволны от динамических объектов за оптически непрозрачными преградами и материалами.

$H_3$  - цифровое значение (сила сигнала, время отклика, пространственные метки) радиоволны до прохождения статических оптически непрозрачных преград и материалов.

$H_4$  - цифровое значение (мощность сигнала, время отклика, пространственные метки) отраженные радиоволны от динамических объектов после прохождения статических оптически непрозрачных преград и материалов.

X- аппаратный элемент позволяющий в комплексе с программно-аппаратными средствами компенсировать эффект затухания радиоволн DEC и выполнить обнуление ZF.

Включение дополнительного аппаратного элемента X позволяет выявить задержки субнаносекундной длительности на линиях  $L_1 - L_2$ , что дает возможность фильтрации радиоволн, **не применяя энергоемкого гигагерцевого оборудования**, задействованы допустимые для бытового использования частоты в диапазоне от 2,4 - 5 ГГц с мощностью более 20 dBm, Wi-Fi сигналы OFDM в открытом диапазоне частот ISM и типичные Wi-Fi чипсеты MIMO.



Radio signal attenuation (Brick & Concrete wall)



Одним из ключевых факторов является поглощение радиоволн в строительных конструкциях внутри здания. Этот фактор накладывает ограничение как на дальность радиосвязи, так и на возможный диапазон частот радиосвязи, поскольку практически все среды, включая и строительные материалы, характеризуются монотонно возрастающим с ростом частоты поглощением радиоволн. При проектировании системы необходимо принимать в расчет поглощение радиоволн на выбранной частоте в «типовой» стене здания. Поглощение радиоволн происходит и в других элементах строительных конструкций (двери, окна, деревянные перегородки), однако на частотах до 10 ГГц ослабление сигнала в них не превышает 1–5 дБ, т.е. существенно меньше, чем в стенах и межэтажных перекрытиях, и если система спроектирована с учетом прохождения сигнала через стену или межэтажное перекрытие, она будет заведомо работоспособна при прохождении радиосигнала через окна и двери.

Анализ: Ослабление сверхширокополосных хаотических сигналов диапазона 3-5 ГГц при прохождении через стены зданий: <http://www.emiia.ru/p/35.html>

# ЭМИИА | ЕМИИА

124683 г. Москва, г. Зеленоград корп. 1818

Интернет-ресурс проекта: [emiia.ru](http://emiia.ru)

Блог проекта: [blog.emiia.ru](http://blog.emiia.ru)

Репозиторий GitHub: [github.com/EMIIA](https://github.com/EMIIA)

+7 (916) 368-36-89

+7 (978) 898-60-83

[emiia@emiia.ru](mailto:emiia@emiia.ru)

[→ ПРЕЗЕНТАЦИЯ ПРОЕКТА ЭМИИА \(PDF\)](#)

Профили участников, дополнительная информация о проекте и команде: <https://www.emiia.ru/p/information-economy.html>