

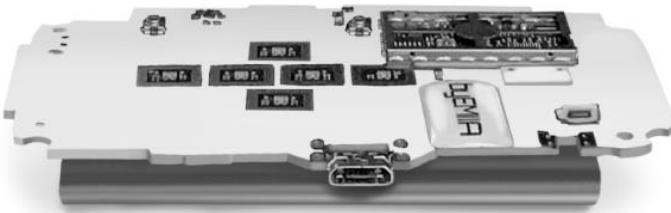


CONVERGENCE #1

**ЭМИИА** – автономная кибер-физическая платформа интернета вещей **IoT/IoT**

Встраиваемые электромеханические и программно-аппаратные решения на базе Smart контроллеров и модулей **MONOCLE** с интегрированным самообновляющимся ПО и автономной нейронной сетью для задач автоматизации и машинного зрения на принципах когнитивной радиооптики:

- Туманные/периферийные (границы) вычисления – **Fog/Edge Computing**;
- Машинное зрение на принципах когнитивной радиооптики – **Cognitive radio optics**;
- Ячеистая беспроводная сеть – **Wireless Mesh Network**.



## **Без туманных вычислений не возможно построить и обезопасить интернет вещей!**

Результат внедрения аппаратных/программных и электромеханических  
компонентов платформы:

**60%** снижение капитальных и операционных затрат в интернете вещей **IoT/IoT**  
**(автоматизация, информационная безопасность, Industry 4.0).**

**60-80 %**

экономия на инфраструктуре IoT/IoT, облачных вычислениях и  
информационной безопасности

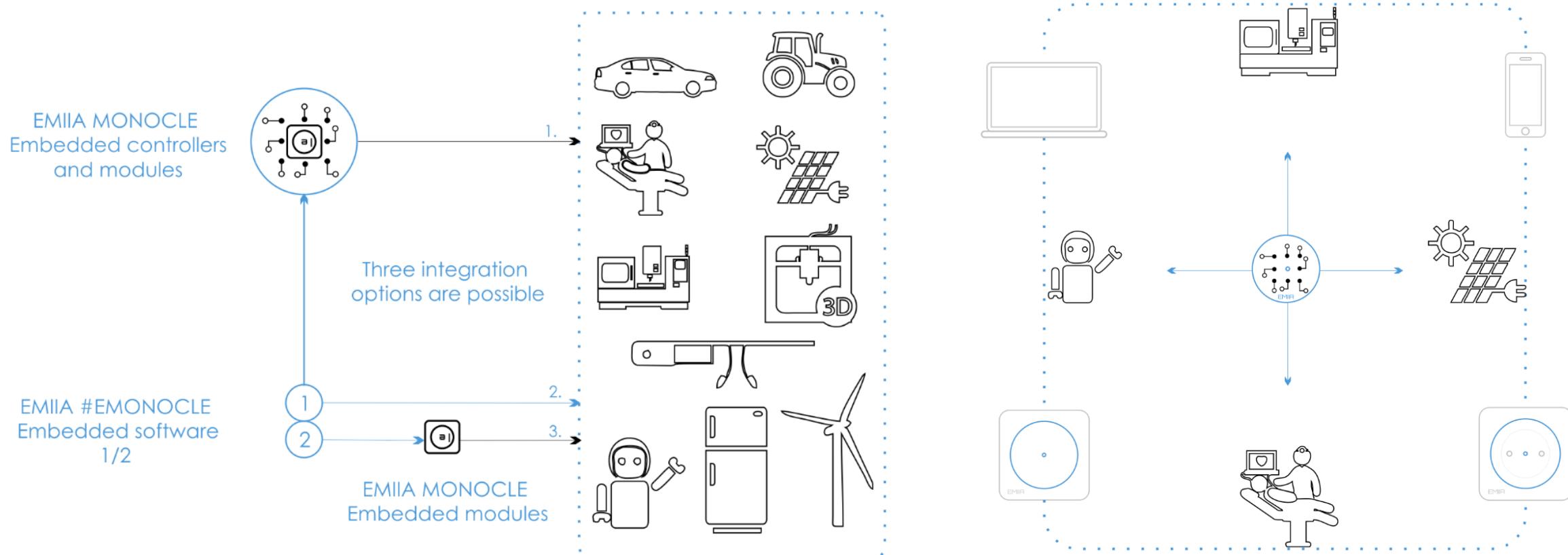
**30 %**

замещение датчиков, сенсоров и сетевых модемов

**10 %**

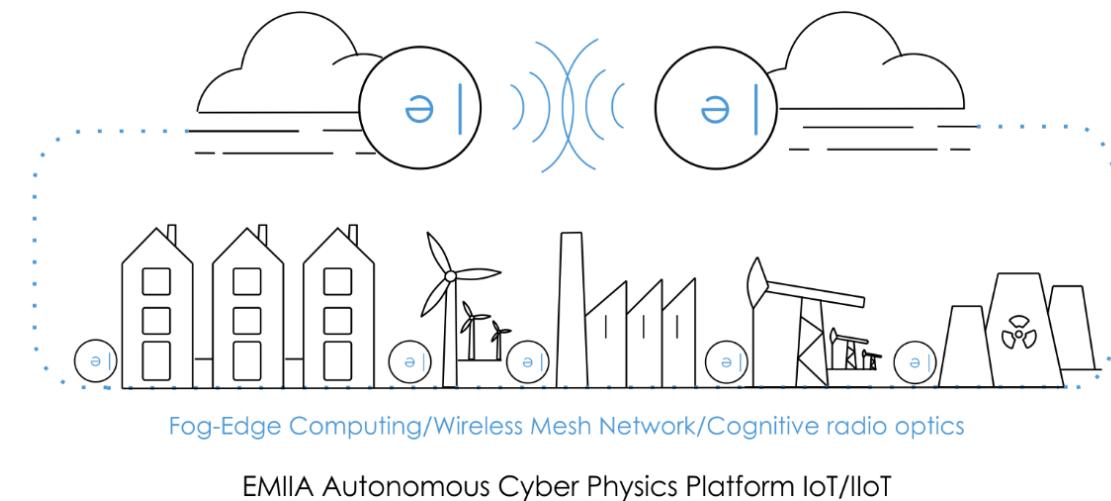
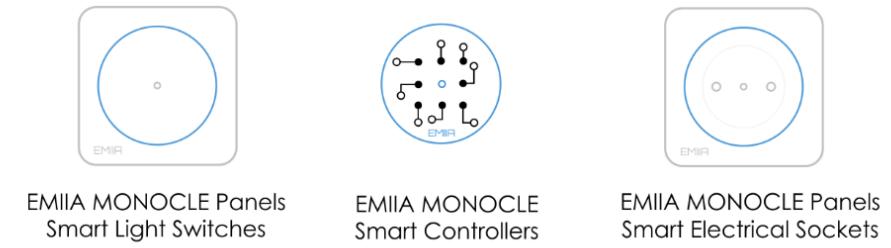
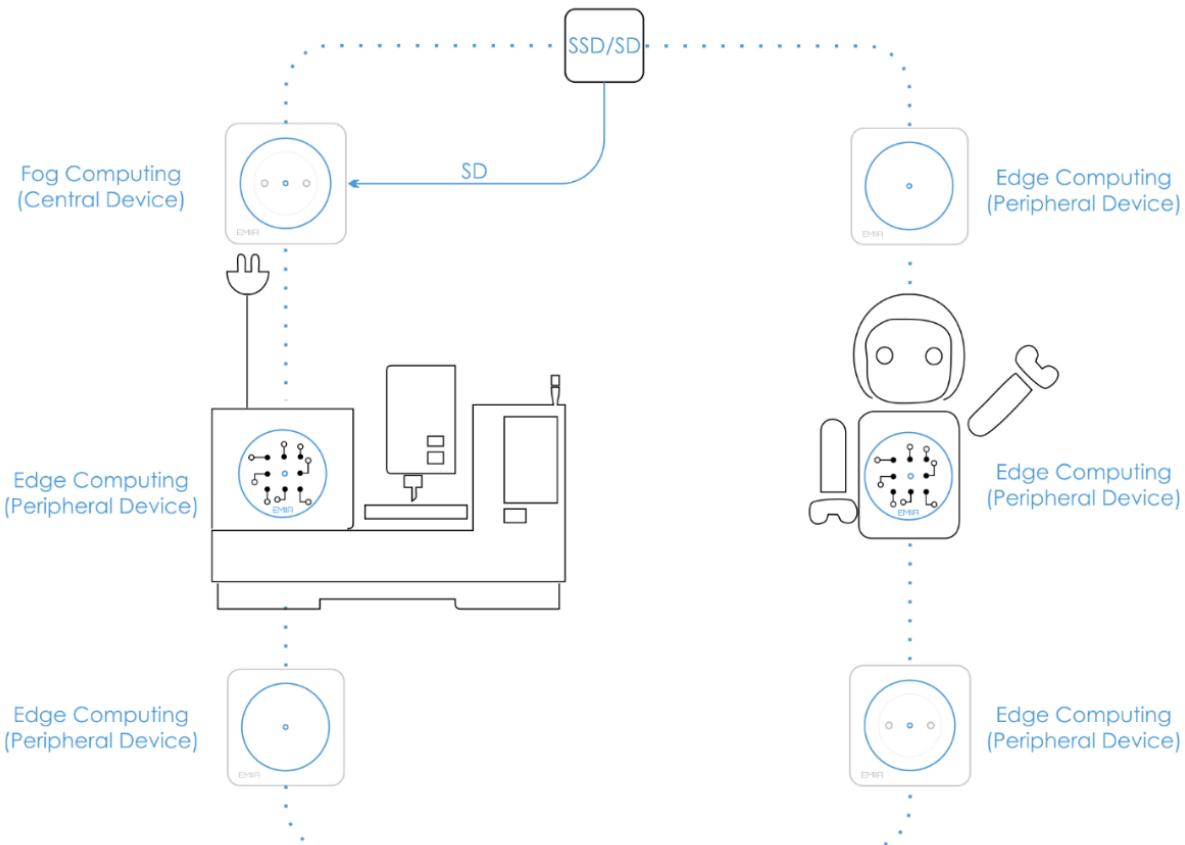
сокращение расхода электроэнергии

**СХЕМА ОРГАНИЗАЦИИ АВТОНОМНОЙ КИБЕР-ФИЗИЧЕСКОЙ ПЛАТФОРМЫ «ЭМИИА»:  
ВСТРАИВАЕМЫЕ SMART КОНТРОЛЛЕРЫ И ПАНЕЛИ MONOCLE (КОНТРОЛЛЕРЫ,  
ВЫКЛЮЧАТЕЛИ ЭЛЕКТРОЛАМП И ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ РОЗЕТКИ)**



Fog-Edge Computing/Wireless Mesh Network/Cognitive radio optics

EMIIA Autonomous Cyber Physics Platform IoT/IoT



Fog-Edge Computing/Wireless Mesh Network/Cognitive radio optics

EMIIA Autonomous Cyber Physics Platform IoT/IloT

## **ГЛОССАРИЙ**

(классификация ЭМИИА)

**IoT/IIoT (интернет вещей/промышленный интернет)** – программно-аппаратные решения формирующие кибер-физическую платформу.

**Кибер-физическая система** — информационно-технологическая концепция, подразумевающая интеграцию телекоммуникационных вычислительных компонентов в физические сущности любого вида, включая биологические и рукотворные объекты. В кибер-физических системах телекоммуникационная вычислительная компонента распределена по всей физической системе, которая является её носителем, и синергетически увязана с её составляющими элементами.

**Fog/Edge Computing – Wireless Mesh Network (туманные/периферийные вычисления – беспроводная ячеистая сеть (телекоммуникационная вычислительная сеть))** – обработка, хранение данных и запуск программного кода на границе устройств и локальной сети.

**Интерактивность** — способность информационно-коммуникационной системы, активно и адекватно реагировать на действия пользователя. Такое свойство считается признаком того, что система **«умная»**, то есть обладает каким-то интеллектом.

**Туманная нейронная сеть (EMIIA FANN-Foggy Artificial Neural Network)** – автономная нейронная сеть на границе устройств и локальной сети, без использования облачных вычислительных мощностей.

**Проект ЭМИИА:** Разработка и производство устройств интернета вещей на программно-аппаратной базе встраиваемых Smart контроллеров и модулей MONOCLE с интегрированным самообновляющимся ПО и автономной нейронной сетью для задач автоматизации и машинного зрения на принципах когнитивной радиооптики (**автоматизация, информационная безопасность, Industry 4.0**).

**РЫНОК, БИЗНЕС-МОДЕЛЬ, СТРАТЕГИЯ**

Выход проекта на рынок Евразийского экономического союза – **2019/2020 гг;**  
БРИКС, ЕС и Азиатско-Тихоокеанского региона (АТР) – **2020/2021 гг.**

IDC ожидает, что глобальные расходы на IoT будут поддерживать двузначный годовой темп роста в течение прогнозируемого периода 2017-2022 годов и превысят отметку в **1 триллион долларов к 2022 году**.

Ежегодно в мире будет производиться более **10 млрд IoT устройств**. Дополнительные затраты на оборудование требуемое для создания облачной инфраструктуру (**корпоративные и публичные облака**) интернета вещей составят более **\$100 млрд в год**.

Встраиваемые Smart контроллеры и ПО ЭМИИА формируют новое рыночное направление **автономных интеллектуальных контроллеров способных исключить в большей степени корпоративные и публичные облака в интернете вещей, следовательно и оборудование используемое для построения такого рода систем. А также заместить большую часть датчиков, сенсоров и IoT-устройств требуемых для создания инфраструктуры интернета вещей: мониторинг, сбор данных, автоматизация и сосредоточить требуемый функционал в рамках нескольких устройств.**

Автономные интеллектуальные контроллеры и ПО способные решать такого рода задачи создадут к **2022 году** глобальную емкость рынка **\$30 млрд/2 млрд** устройств в год, предполагаемая рыночная доля проекта **ЭМИИА 40-60% (\$18 млрд/1,2 млрд устройств**, включая устройства сторонних производителей с интегрированным ПО ЭМИИА).

**ГЛОБАЛЬНЫЙ РЫНОК (B2B, B2C, B2G)  
ПРОГРАММНО-АППАРАТНЫЕ ПЛАТФОРМЫ ДЛЯ ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ  
ПРОМЫШЛЕННОСТИ (IIoT), А ТАКЖЕ ОФИСНЫХ И ЖИЛЫХ ПРОСТРАНСТВ (IoT)**

**Расшифровка по электромеханическим и программно-аппаратным компонентам входящим в платформы интернета вещей для формирования инфраструктуры IoT/IIoT:**

**1) Платформа IoT/IIoT – электромеханическая и аппаратная часть:**

- Средства управления базами данных;
- Коммутаторы;
- Маршрутизаторы;
- Серверное оборудование;
- Источники бесперебойного питания;
- Модули связи;
- Контроллеры;
- Актуаторы (исполнительные устройства).

**2) Платформа IoT/IIoT – программная часть:**

- Средства защиты от киберугроз;
- Средства управления базами данных;
- Средства мониторинга, анализа данных и операционных технологий.

**3) Датчики и сенсоры:** температуры, давления, влажности, расхода, акселерометры, магнитометры, гироскопы, инерционные, сенсорные, приближения, акустические, движения, занятости, присутствия, обработки изображений (IPoS), интеллектуальные датчики присутствия (IOS), CO2/CO, датчики света и радарные датчики.

**Росту облачного трафика способствуют развитие Интернета вещей IoT/IIoT**

Распространение приложений Интернета вещей (Internet of Things, IoT), «умные» города и автомобили, подключенные здравоохранение и энергетика, требуют масштабируемых вычислений и новых решений для хранения данных. Cisco прогнозирует **рост IoT-подключений до 13,7 млрд к 2021 г.** (показатель 2016 г. — 5,8 млрд).

**Барьеры:** Информационная безопасность, стоимость и сложность внедрения, техническая и финансовая зависимость от облаков.

# КОНКУРЕНТНЫЕ РЕШЕНИЯ

## ИоТ (Промышленность)

Параметры/платформы (десять машин на площади 100 м <sup>2</sup> )	EMIIA (\$) 60 GFlops Double 5 TB a/b/c*	Cisco (\$) 60 GFlops Double 5 TB a/b/c*	Huawei (\$) 60 GFlops Double 5 TB a/b/c*	Hewlett PE (\$) 60 GFlops Double 5 TB a/b/c*
Капитальные затраты на построение корпоративной облачной инфраструктуры обработки и хранения данных, развертывания программных продуктов и нейронной сети.	0/0/0	<b>4000</b> /0/0	<b>4000</b> /0/0	<b>4000</b> /0/0
Капитальные затраты на построение аппаратно-сетевой инфраструктуры связи с периферийными узлами.	0/0/0	<b>400/800</b> /0	<b>400/800</b> /0	<b>200/200</b> /0
Капитальные затраты на обеспечение аппаратными средствами связи периферийных узлов.	0/0/ <b>300</b>	<b>1000/1000</b> /0	<b>1000/1000</b> /0	<b>500/500</b> /0
Капитальные затраты на построение туманной/граничной инфраструктуры (Fog/Edge Computing) обработки и хранения данных, развертывания программных продуктов и нейронной сети включая аппаратно-сетевую инфраструктуру связи с периферийными узлами.	0/0/ <b>3000</b>	0/0/0	0/0/0	0/0/0
Операционные затраты на облачные вычислительные ресурсы, обработку и хранение данных, развертывание программных продуктов и нейронной сети (год).	0/ <b>100</b> /0	0/ <b>2000</b> /0	0/ <b>2000</b> /0	0/ <b>2000</b> /0
Операционные затраты на информационную безопасность (год).	0/ <b>100</b> /0	0/ <b>300</b> /0	0/ <b>300</b> /0	0/ <b>300</b> /0
Всего по моделям и платформам:	<b>0/200/3300</b>	<b>5400/4100</b> /0	<b>5400/4100</b> /0	<b>4700/3000</b> /0

\*

- a) Модель вычислительной инфраструктуры: аппаратно-сетевое оборудование Cisco, Huawei, Hewlett Packard Enterprise используемое для построения корпоративных облаков находящегося в собственности организации (капитальные затраты).
- b) Модель вычислительной инфраструктуры: аппаратно-сетевое оборудование Cisco, Huawei, Hewlett Packard Enterprise используемое для построения публичных облаков в собственности поставщиков услуг например Amazon, Google, Yandex (операционные затраты).
- c) Модель вычислительной инфраструктуры: аппаратно-сетевое оборудование ЭМИИА используемое для построения туманной/периферийной инфраструктуры (Fog/Edge Computing) находящегося в собственности организации (капитальные затраты).

Сравнительный расчет на примере реализуемого ЭМИИА пилотного проекта:

- а) Две вычислительные виртуальные машины в корпоративном облаке, а также дополнительное аппаратно-сетевое оборудование требуемое для оснащения машин и создания аппаратно-сетевой архитектуры связи с периферийными узлами. б) Две вычислительные виртуальные машины в публичном облаке, а также дополнительное аппаратно-сетевое оборудование требуемое для оснащения машин и создания аппаратно-сетевой архитектуры связи с периферийными узлами. с) Вычислительные мощности распределенные между устройствами равные двум вычислительным виртуальным машинам в облаке, дополнительное аппаратно-сетевое оборудование требуемое для оснащения машин и создания аппаратно-сетевой архитектуры связи с периферийными узлами не используется, его функции заменяют Smart контроллеры и Панели MONOCLE.

## РЫНОК: IoT (Офисные и жилые пространства ЕАЭС 2020 год)

Расчет произведен по фактическому показателю за 2017 год относительно строительства и реконструкция жилья и производственных помещений на территории Евразийского экономического союза (без учета глобального рынка): **250 млн кв. метров в год.**

**ОБЪЕКТЫ АНАЛИЗА:** Жилые помещения и производственные площади в завершающей стадии строительства, а также в процессе реконструкции (ремонта).

**РЫНОЧНОЕ ПРЕДЛОЖЕНИЕ (B2B/B2C/B2G):** Установка/замена выключателей электроламп, розеток и электрических блоков на сенсорные интеллектуальные решения с функцией энергосбережения, по ценовой категории не превышающей границу представленных на рынке выключателей и розеток не имеющих интеллектуальных, энергосберегающих и конвергентных составляющих. А также встраиваемых контроллеров.

**TAM (Total Addressable Market)** – общий объём целевого рынка (**250 млн кв. метров**) из расчет два прибора на 10 кв. метров площади = **50 000 000** изделий (стоимость одной единицы = 700 рублей) **TAM = 35 000 000 000** рублей.

**SAM (Served/Serviceable Available Market)** – доступный объём рынка: 80% (**40 000 000** изделий) **SAM = 28 000 000 000** рублей.

**SOM (Serviceable & Obtainable Market)** – реально достижимый объём рынка: 50% это объём рынка (доля от SAM), который наш бизнес способен реально **«захватить»**, учитывая планы развития, а также предполагаемое изменение конкуренции на рынке= **20 000 000** устройств (стоимость одной единицы с установкой = 700 рублей) = **14 000 000 000**

**SOM = 14 000 000 000 рублей в год (Таможенный союз ЕАЭС-30-50% консолидированного рынка к 2022 году, 20 000 000 устройств в год).**

**Планируемая чистая прибыль (Таможенный союз ЕАЭС) на конец 2020 года : 4 200 000 000 - доход от продаж устройств без учета подписки на извещения, монетизации аналитики и продажи лицензии на использование технологии в устройствах сторонних производителей (телеизоры, холодильники, домофоны и т.д.).**

**Структура доходной части:**

- Доход от продажи устройств;
- Подписка на СМС извещения и голосовые вызовы в случае возникновения ситуаций связанных с проникновением, авариями и иными подозрительными действиями в системе клиента;
- Структурирование финансово-аналитических и других пользовательских данных для последующей монетизации аналитики.

**В расчет не включен доход от продажи лицензий на использование ПО в устройствах сторонних производителей (телеизоры, холодильники, домофоны, умные колонки и другие smart-устройства).**

# КОНКУРЕНТНЫЕ РЕШЕНИЯ

## IoT (Офисные и жилые пространства)

					
Сравнительные характеристики	EMIIA MONOCLE+	Google Home+	Amazon Echo/Dot+	Xiaomi Smart Home+	Yandex Station
Автономная нейронная сеть (Offline)	+	-	-	-	-
Система безопасности <sup>1</sup>	+	+	-	-	+
Система извещения (возгорание, проникновение, аварии)	+	-	-	+	-
Датчик температуры, движения, CO <sup>2</sup> и CO2 <sup>2</sup>	+	-	-	+	-
Голосовой интерфейс (Offline)	+	-	-	-	-
Автономное питание	+	-	-	+	-
Ячеистая беспроводная сеть (Wireless Mesh Network node)	+	-	-	+	-
Туманные/граничные вычисления (Fog/Edge Computing node)	+	-	-	-	-
Автономная система хранения данных (Offline Storage node)	+	-	-	-	-
Мультимедийная платформа	+	-	-	-	-
Стоимость \$	8-30	49-130	50-180	40-180	160

<sup>1</sup>Данные пользователей не передаются в облако, обрабатываются и хранятся на базе устройств. Исключено управление через интернет.

<sup>2</sup>Ограниченный функционал в базовой версии Панелей.

# **ПЕРСПЕКТИВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ, РАЗРАБОТОК И МОНЕТИЗАЦИИ**

## **IIoT (промышленность, роботизированные системы, медицина)**

### **ПРОМЫШЛЕННОСТЬ:**

- Разработать встраиваемые волновые датчики (сканирующая радиооптическая головка) с технологией машинного зрения на принципах когнитивной радиооптики. Датчики под управлением и в паре с контроллерами станут альтернативой лидарам и парковочным электромагнитным радарам (парктроник). Устройства будут иметь более доступную цену и возможность скрытой установки в промышленные роботизированные системы, беспилотные, а также классические автомобили и спецтехнику не нарушая дизайн;
- Разработать промышленные встраиваемые актуаторы (исполнительное устройство) с интегрированными контроллерами MONOCLE.

### **МЕДИЦИНА:**

- Разработать систему удаленного мониторинга пациентов посредством технологии машинного зрения на принципах когнитивной радиооптики, с применением нейронных сетей.

### **ТЕХНИЧЕСКИЕ ЗАДАЧИ:**

- Разработать встраиваемое ПО для типичных микроконтроллеров с одним интерфейсом Wi-Fi/ZigBee 2,4-5 ГГц. Для возможности интеграции ПО и нейронной сети ЭМИИА на большинство выпускаемых устройств без аппаратной модификации, а также максимального удешевления использования технологии.

# ГЛОССАРИЙ

Устройства MONOCLE образуют самоорганизующуюся ячеистую Wi-Fi сеть (Wireless Mesh Network) VPN/P2P/M2M/WLAN/LAN–IPv6, служат узлами вычислительной сети и базы данных (теле<sup>коммуникационная</sup> вычислительная сеть):

- **Встраиваемые Smart контроллеры MONOCLE Fog Computing:** центральные устройства на аппаратной архитектуре многоядерного процессора выполняют задачи связанные с **туманными вычислениями (Fog Computing)**, **управлением базами данных, хранением информации, архивов и библиотек машинного обучения**. Центральным устройством может выступать внешнее устройство, соответствующее техническим параметрам, позволяющее интегрировать в себя встроенное программное обеспечение (прошивка) #emonocle;
- **Встраиваемые Smart контроллеры MONOCLE Edge Computing:** периферийные устройства на аппаратной платформе **модуля MONOCLE (микроконтроллерный блок)**.

Когнитивная радиооптика – машинное зрение на принципах радиооптики с применением искусственных нейронных сетей. Распознавание образов, вычисление координат и скорости динамических объектов посредством радиоволн, в том числе и за радиопрозрачными преградами.

Особенности: 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 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 ручным 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.

Технологии и сетевая архитектура ЭМИИА позволяют существенно уменьшить количество устройств требуемых для автоматизации, улучшить характеристики и снизить себестоимость конечных устройств в интернете вещей. А также сократить вес нейронной сети посредством исключения обработки фото и видеоматериала, тем самым увеличить скорость работы с данными и обеспечить информационную безопасность за счет функционирования системы в автономном Offline-режиме, без интернет-соединения. Туманные и периферийные вычисления (Fog/Edge Computing) на аппаратной платформе встраиваемых Smart контроллеров MONOCLE исключают более чем на 80% зависимость от облачных (частные (корпоративные) и публичные облака) мощностей.

Проект работает над устранением барьеров замедляющих развитие интернета вещей. Комплекс проблем на решение которых направлен проект:

- **Обеспечение информационной безопасности и защита от киберугроз;**
- **Исключение технологической и финансовой зависимости от облачных вычислений относительно задач автоматизации и развертывания автономных интеллектуальных систем;**
- **Уменьшение количества требуемых устройств для создания IoT/IIoT инфраструктуры (технологическая конвергентность);**
- **Упрощение интеграции, возможности быстрого развертывания и масштабирования (унификация);**
- **Снижение стоимости конечных устройств в интернете вещей и сроков окупаемости.**

Автономная кибер-физической платформы ЭМИИА (Fog/Edge Computing) с функциями машинного зрения на принципах когнитивной радиооптики (аппаратно-сетевые решения на базе встраиваемых Smart контроллеров MONOCLE):

- **Хранение, обработка данных и развертывание программных продуктов без применения облачных ресурсов;**
- **Туманная/граничнаа аппаратно-сетевая инфраструктура IoT/IIoT;**
- **Интернет людей, вещей и сервисов;**
- **Снабжение средствами для цифрового управления и беспроводной связи всех основных компонентов производства;**
- **Объединение изолированных технологий в общую среду, соответствующую требованиям процессов компании;**
- **Сетевое взаимодействие, вычисление и хранения данных в локальном формате.**

Элементы интерактивной системы автономной кибер-физической платформы ЭМИИА:

- **Актуаторы (исполнительные устройства)**
- **Робототехника;**
- **Медицинская техника и оборудование;**
- **Промышленные машины и оборудование;**
- **Автомобили, сельскохозяйственная и специальная техника;**
- **Smart-устройства;**
- **Бытовая техника;**
- **Системы отопления и вентиляции.**

Встраиваемые Smart контроллеры и/или программное обеспечение MONOCLE устанавливаются в интерактивные элементы, как на стадии выпуска таких устройств или оборудования, так и в качестве аппаратного и/или программного встраиваемого решения в дополнение к уже установленному программному обеспечению и электронике. В том числе и в случаях переоборудования (модернизации) существующих производственных мощностей. А также в форм-факторе Smart Панелей MONOCLE (сенсорные выключатели электроламп, электрические розетки и блоки на аппаратно-программной базе Smart контроллеров MONOCLE).

## **РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И РАЗРАБОТОК**

FOG-EDGE COMPUTING/COGNITIVE RADIO OPTICS/FOGGY ARTIFICIAL NEURAL NETWORK

## ИННОВАЦИОННОСТЬ БАЗОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И ПОДХОДА

— **Когнитивная радиооптика** – машинное зрение на принципах радиооптики с применением искусственных нейронных сетей. Распознавание образов, вычисление координат и скорости динамических объектов **посредством радиоволн, в том числе и за радиопрозрачными препятствиями**.

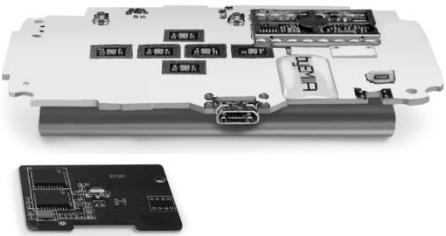
Входные данные радиоволн преобразовываются в дискретный код и формируются в структуру SVG (Scalable Vector Graphics - язык разметки масштабируемой векторной графики) **для автономной обработки, хранения и машинного обучения на SVG данных**. Что позволяет сократить размер библиотек машинного обучения (модель), **отказаться от "ручной разметки" данных полностью автоматизируя этот процесс**.

Технология **замещает программно большую часть аппаратных сенсоров, датчиков и другой аппаратуры сбора данных**. Сокращается вес нейронной сети, увеличивается скорость обработки данных и **обеспечивается информационная безопасность за счет функционирования системы в автономном offline-режиме**, без интернет-соединения.

— **Архитектура сети и топология электронной схемы** существенно сокращают количество телекоммуникационных вычислительных устройств требуемое для создания инфраструктуры интернета вещей. В электронную схему контроллера MONOCLE портирован модуль (микроконтроллерный блок) состоящий из двух микроконтроллеров с Wi-Fi IEEE 802.11 b/g/n. Микроконтроллеры взаимодействуют между собой, как на программном, так и на аппаратном уровне. Посредством микропрограмм (прошивка) ЭМИИА и встроенного ПО решаются задачи по организации на аппаратной платформе контроллеров MONOCLE **ячеистой беспроводной сети и туманных/периферийных вычислений, с хранением и обработкой данных в границах локальной сети и устройств**.

— **Микропрограммы и нейронная сеть ЭМИИА** могут быть интегрированы в устройства интернета вещей сторонних производителей. А также в робототехнику, климат системы, электроприборы, бытовое и промышленное оборудование, в том числе, и в источники автономной генерации электроэнергии. Нейронная сеть осуществляет **усовершенствование микропрограмм в автономном формате**. Следовательно дальнейшая установка обновленного ПО (перепрошивка) не требуется.

1.



- Foggy Artificial Neural Network (FANN)
- 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)

2.



3.



1. Встраиваемый Smart контроллер MONOCLE (электронная схема, микроконтроллерный блок и встроенное программное обеспечение #emonocle).  
Smart Панели:

2. Электрическая розетка (промышленная, бытовая версия) на базе встраиваемого Smart контроллера MONOCLE модифицированного под форм-фактор Панелей;

3. Сенсорный выключатель электроламп (промышленная, бытовая версия) на базе встраиваемого Smart контроллера MONOCLE модифицированного под форм-фактор Панелей.

\*В зависимости от аппаратной архитектуры встроенного контроллера устройства могут быть использованы как центральные (Fog Computing) так и периферийные (Edge Computing). Центральными узлами могут выступать внешние устройства и/или контроллеры сторонних производителей соответствующие техническим параметрам позволяющим интегрировать в себя встроенное программное обеспечение (прошивка) #emonocle.

# ВСТАИВАЕМЫЙ SMART КОНТРОЛЛЕР «MONOCLE» FOG/EDGE COMPUTING С МОДУЛЕМ #EMONOCLE (ОПЫТНЫЙ ОБРАЗЕЦ)

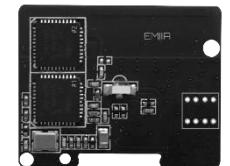
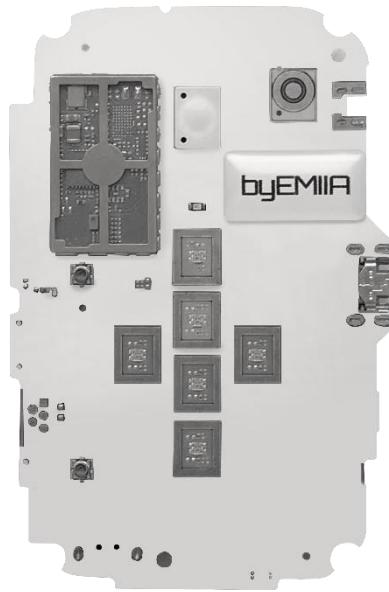
**Smart контроллер MONOCLE Fog/Edge Computing, EMIIA FANN (Foggy Artificial Neural Network), Wi-Fi Mesh Network** (GSM/GPS/GLONASS/RFID-опция). Программно-аппаратная часть (**центральное устройство Fog Computing**) с интегрированной нейронной сетью: ARM, 32/64, ОС Linux, флешь-память SD **от 2 Мб, 2 Тб и более** (опция), вычислительные мощности двойной точности **от 60 GFlops до 4 Tflops** (опция).

Встроенный модуль **#emonocle (микроконтроллерный блок для задач радиооптики): состоит из двух микроконтроллеров** с интерфейсами Wi-Fi IEEE 802.11 b/g/n. Может использоваться для автоматизации как отдельное устройство вне корпуса контроллера MONOCLE, а также портируется в аппаратную архитектуру контроллеров и устройств сторонних производителей. Выступает одновременно в роли приемника и передатчика (**точка/доступа/клиент/сервер/клиент**).

VPN/P2P/M2M/WLAN/LAN-IPv6. 4 SPI, 2 I2S, 2 I2C, 3 UART, CAN.

Встроенное программное обеспечение (прошивка) для интернета вещей, внедрены встраиваемые системы управления реляционными базами данных (СУРБД) **H2 и SQLite (Fog/Edge Computing)**, сетевой протокол **Cjdns (Wireless Mesh Network)**, а также программная библиотека машинного обучения **TensorFlow Lite** для задач автономного машинного зрения на принципах когнитивной радиооптики (**Cognitive radio optics**).

Размер микропрограммы ЭМИИА (прошивка) для периферийных устройств (**Edge Computing**) не превышает **2Мб**. Размер микропрограммы ЭМИИА (прошивка) центральных устройств (**Fog Computing**) не превышает **12 Мб**. Прошивка может быть интегрирована в устройства интернета вещей сторонних производителей. А также в робототехнику, климат системы, электроприборы, бытовое и промышленное оборудование, в том числе, и в источники автономной генерации электроэнергии.



## ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЕ ЭМИИА (ТЕСТОВАЯ ВЕРСИЯ)



Веб-приложение ЭМИИА — клиент-серверное приложение, в котором клиент взаимодействует с сервером при помощи HTTP протокола или браузера, а за сервер отвечает внутренний веб-сервер Smart контроллера MONOCLE. Логика веб-приложения распределена между сервером и клиентом, хранение данных осуществляется на сервере, обмен информацией и управление происходит в локальной mesh сети. Мониторинг доступен как из Интернет посредством чат-ботов в Facebook, Viber, Telegram.

Одним из преимуществ такого подхода является тот факт, что клиенты не зависят от конкретной операционной системы пользователя, поэтому веб-приложение является межплатформенной службой. ПО не требуется устанавливать из магазина приложений, а лишь добавить ссылку на экран «Домой» смартфона, или на рабочий стол компьютера для быстрого доступа.



**МАШИННОЕ ОБУЧЕНИЕ ДЛЯ ЗАДАЧ КОГНИТИВНОЙ РАДИООПТИКИ**  
EMIIA FANN (FOGGY ARTIFICIAL NEURAL NETWORK)

**TensorFlow Lite** — библиотека машинного обучения. Автономное малоразмерное решение для запуска моделей машинного обучения на мобильных и встраиваемых устройствах IoT/IoT (Android, iOS, Linux). Оптимизация ядра процессора с плавающей и фиксированной запятой, объединение операций, интеграция с GPU внутренними/внешними ускорителями.

Применение: (**Cognitive radio optics**) автономное машинное зрение на принципах когнитивной радиооптики, автоматизация производственных процессов, аналитика и принятие операционных действий в режиме реального времени.

GNU General Public License, репозиторий GitHub **TensorFlow Lite**:  
<https://github.com/tensorflow/tensorflow/tree/master/tensorflow/lite>

**Smart контроллер MONOCLE Fog/Edge Computing, EMIIA FANN (Foggy Artificial Neural Network), Wi-Fi Mesh Network** (GSM/GPS/GLONASS/RFID-опция).

Программно-аппаратная часть (**центральное устройство Fog Computing**) с интегрированной нейронной сетью: ARM, 32/64, OC Linux, флеш-память SD **от 2 Мб, 2 Тб и более** (опция), вычислительные мощности двойной точности **от 60 GFlops до 4 Tflops** (опция).

Встроенный модуль **#emonocle (микроконтроллерный блок для задач радиооптики): состоит из двух микроконтроллеров** с интерфейсами Wi-Fi IEEE 802.11 b/g/n. Может использоваться для автоматизации как отдельное устройство вне корпуса контроллера MONOCLE, а также портируется в аппаратную архитектуру контроллеров и устройств сторонних производителей. Выступает одновременно в роли приемника и передатчика (**точка/доступа/клиент/сервер/клиент**). VPN/P2P/M2M/WLAN/LAN-IPv6. 4 SPI, 2 I2S, 2 I2C, 3 UART, CAN.

Встроенное программное обеспечение (прошивка) для интернета вещей, внедрены встраиваемые системы управления реляционными базами данных (СУРБД) **H2 и SQLite (Fog/Edge Computing)**, сетевой протокол **Cjdns (Wireless Mesh Network)**, а также программная библиотека машинного обучения **TensorFlow Lite** для задач автономного машинного зрения на принципах когнитивной радиооптики (**Cognitive radio optics**).



**WI-FI MESH-СЕТЬ (ЯЧЕИСТАЯ БЕСПРОВОДНАЯ СЕТЬ/WIRELESS MESH NETWORK)**  
ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННАЯ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ СЕТЬ

**Cjdns** — (**Wireless Mesh Network**) встраиваемый сетевой протокол организации масштабируемой, безопасной и простой в настройке ячеистой Wi-Fi сети. Сеть работает как поверх интернет-соединения, так и между устройствами MONOCLE напрямую.

GNU General Public License, репозиторий GitHub **Cjdns**: <https://github.com/cjdelisle/cjdns>

**Smart** контроллер MONOCLE Fog/Edge Computing, EMIIA FANN (Foggy Artificial Neural Network), Wi-Fi Mesh Network (GSM/GPS/GLONASS/RFID-опция). Программно-аппаратная часть (**центральное устройство Fog Computing**) с интегрированной нейронной сетью: ARM, 32/64, ОС Linux, флеш-память SD от 2 Мб, 2 Тб и более (опция), вычислительные мощности двойной точности от 60 GFlops до 4 Tflops (опция).

Встроенный модуль #emonocle (**микроконтроллерный блок для задач радиооптики**): **состоит из двух микроконтроллеров** с интерфейсами Wi-Fi IEEE 802.11 b/g/n. Может использоваться для автоматизации как отдельное устройство вне корпуса контроллера MONOCLE, а также портируется в аппаратную архитектуру контроллеров и устройств сторонних производителей. Выступает одновременно в роли приемника и передатчика (**точка/доступа/клиент/сервер/клиент**).

VPN/P2P/M2M/WLAN/LAN-IPv6. 4 SPI, 2 I2S, 2 I2C, 3 UART, CAN.

Встроенное программное обеспечение (прошивка) для интернета вещей, внедрены встраиваемые системы управления реляционными базами данных (СУРБД) **H2** и **SQLite** (**Fog/Edge Computing**), сетевой протокол **Cjdns** (**Wireless Mesh Network**), а также программная библиотека машинного обучения **TensorFlow Lite** для задач автономного машинного зрения на принципах когнитивной радиооптики (**Cognitive radio optics**).



**ТУМАННЫЕ/ПЕРИФЕРИЙНЫЕ ВЫЧИСЛЕНИЯ (FOG/EDGE COMPUTING)**  
ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННАЯ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ СЕТЬ

**H2 — (Fog/Edge Computing)** встраиваемая система управления реляционными базами данных (СУРБД).

В СУРБД не используются сторонние библиотеки вся СУБД умещается в файле размером 1 МБ, а весь архив, включая примеры и исходный код, — в 5 МБ (для сравнения: дистрибутив СУБД Oracle 11 для Microsoft Windows занимает 1,7 ГБ). СУБД весьма полезна в разработке, так как позволяет создавать тестовые наборы данных прямо в памяти, имеет развитые возможности запросов, многочисленные функции, совместимые с более тяжеловесными БД, легко настраивается, имеет подробную и понятную документацию. Для небольших программ СУБД возможно использовать саму по себе, так как она легко встраивается в приложение.

GNU General Public License, репозиторий GitHub **H2**: <https://github.com/h2database>

**Smart контроллер MONOCLE Fog/Edge Computing, EMIIA FANN (Foggy Artificial Neural Network), Wi-Fi Mesh Network** (GSM/GPS/GLONASS/RFID-опция). Программно-аппаратная часть (**центральное устройство Fog Computing**) с интегрированной нейронной сетью: ARM, 32/64, ОС Linux, флеш-память SD от 2 Мб, 2 Тб и более (опция), вычислительные мощности двойной точности **от 60 GFlops до 4 Tflops** (опция).

Встроенный модуль **#emonocle (микроконтроллерный блок для задач радиооптики):** **состоит из двух микроконтроллеров** с интерфейсами Wi-Fi IEEE 802.11 b/g/n. Может использоваться для автоматизации как отдельное устройство вне корпуса контроллера MONOCLE, а также портируется в аппаратную архитектуру контроллеров и устройств сторонних производителей. Выступает одновременно в роли приемника и передатчика (**точка/доступа/клиент/сервер/клиент**). VPN/P2P/M2M/WLAN/LAN–IPv6. 4 SPI, 2 I2S, 2 I2C, 3 UART, CAN.

Встроенное программное обеспечение (прошивка) для интернета вещей, внедрены встраиваемые системы управления реляционными базами данных (СУРБД) **H2** и **SQLite (Fog/Edge Computing)**, сетевой протокол **Cjdns (Wireless Mesh Network)**, а также программная библиотека машинного обучения **TensorFlow Lite** для задач автономного машинного зрения на принципах когнитивной радиооптики (**Cognitive radio optics**).



**SQLite** — (**Fog/Edge Computing**) компактная встраиваемая система управления реляционными базами данных (СУРБД).

Встраиваемая (embedded) означает, что SQLite не использует парадигму клиент-сервер, то есть движок SQLite не является отдельно работающим процессом, с которым взаимодействует программа, а представляет собой библиотеку, с которой программа компонуется, и движок становится составной частью программы. Таким образом, в качестве протокола обмена используются вызовы функций (API) библиотеки SQLite. Такой подход уменьшает накладные расходы, время отклика и упрощает программу. SQLite хранит всю базу данных (включая определения, таблицы, индексы и данные) в единственном стандартном файле на том компьютере, на котором исполняется программа.

Многие программы поддерживают SQLite в качестве формата хранения данных, в том числе:

1C:Предприятие 7.7 (с помощью внешнего компонента);

1C:Предприятие 8.3 (для хранения записей журнала регистрации).

GNU General Public License, репозиторий GitHub **SQLite** : <https://sqlite.org/index.html>



**Smart контроллер MONOCLE Fog/Edge Computing, EMIIA FANN (Foggy Artificial Neural Network), Wi-Fi Mesh Network** (GSM/GPS/GLONASS/RFID-опция). Программно-аппаратная часть (**центральное устройство Fog Computing**) с интегрированной нейронной сетью: ARM, 32/64, ОС Linux, флеш-память SD **от 2 Мб, 2 Тб и более** (опция), вычислительные мощности двойной точности **от 60 GFlops до 4 Tflops** (опция).

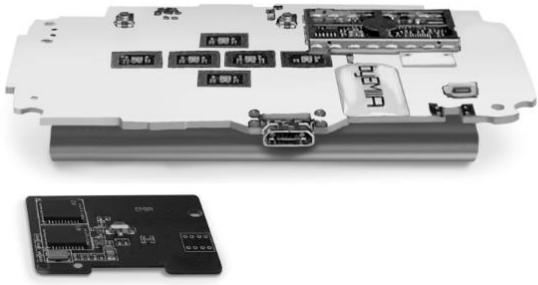
Встроенный модуль **#emonocle (микроконтроллерный блок для задач радиооптики): состоит из двух микроконтроллеров** с интерфейсами Wi-Fi IEEE 802.11 b/g/n. Может использоваться для автоматизации как отдельное устройство вне корпуса контроллера MONOCLE, а также портируется в аппаратную архитектуру контроллеров и устройств сторонних производителей. Выступает одновременно в роли приемника и передатчика (**точка/доступа/клиент/сервер/клиент**).

VPN/P2P/M2M/WLAN/LAN–IPv6. 4 SPI, 2 I2S, 2 I2C, 3 UART, CAN.

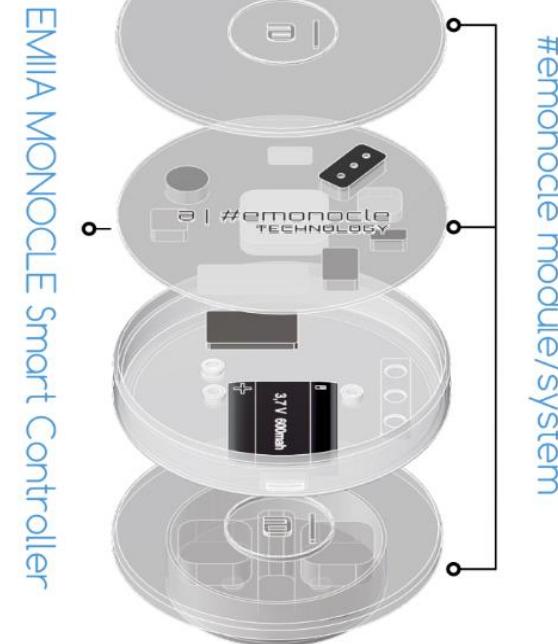
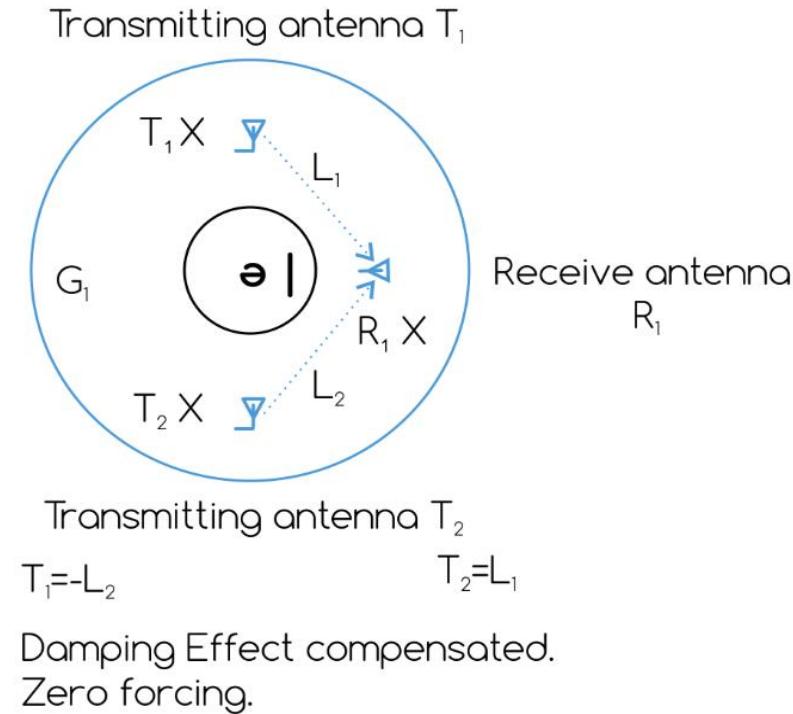
Встроенное программное обеспечение (прошивка) для интернета вещей, внедрены встраиваемые системы управления реляционными базами данных (СУРБД) **H2** и **SQLite** (**Fog/Edge Computing**), сетевой протокол **Cjdns (Wireless Mesh Network)**, а также программная библиотека машинного обучения **TensorFlow Lite** для задач автономного машинного зрения на принципах когнитивной радиооптики (**Cognitive radio optics**).

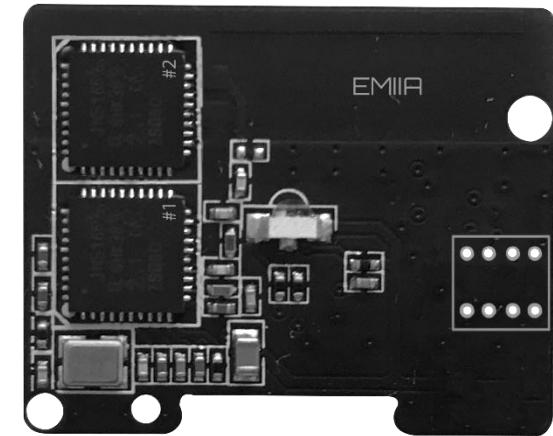
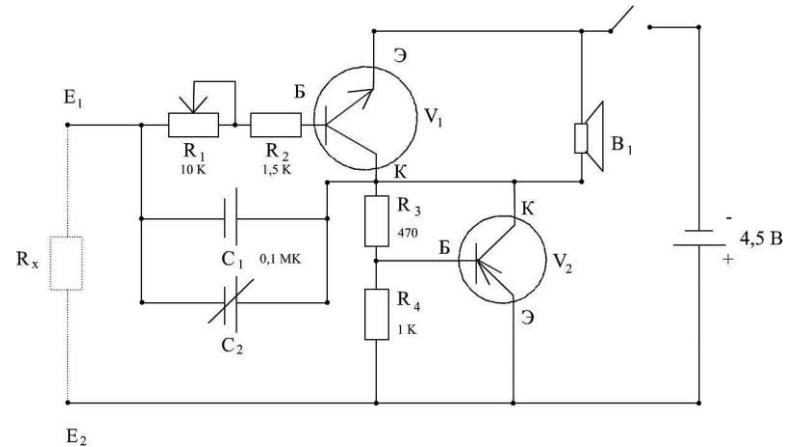
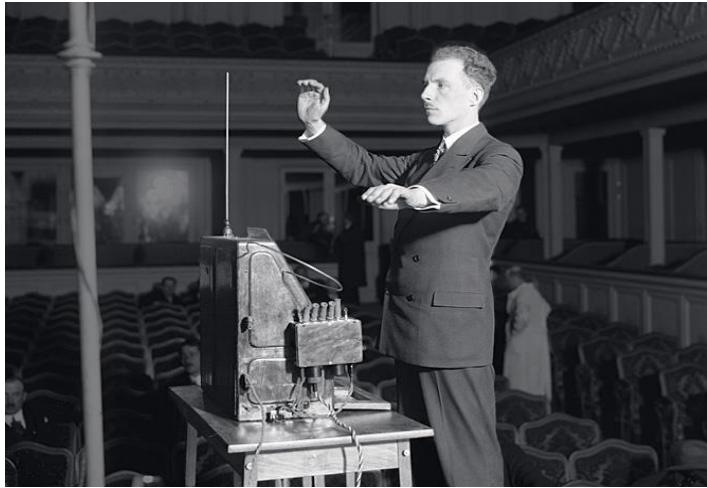
**МАШИННОЕ ЗРЕНИЕ НА ПРИНЦИПАХ КОГНИТИВНОЙ РАДИООПТИКИ**  
COGNITIVE RADIO OPTICS, EMIIA FANN - FOGGY ARTIFICIAL NEURAL NETWORK

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



- Foggy Artificial Neural Network (FANN)
- 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)





Встраиваемый модуль #emonocle/MONOCLE  
(микроконтроллерный блок)

Технология #emonocle (#emonocle TECHNOLOGY): Взяты за основу разработки русского и советского ученого, физика и инженера Льва Термена.

Фиксация радиоволн отраженных от динамических объектов, в том числе и за радиопрозрачными преградами.

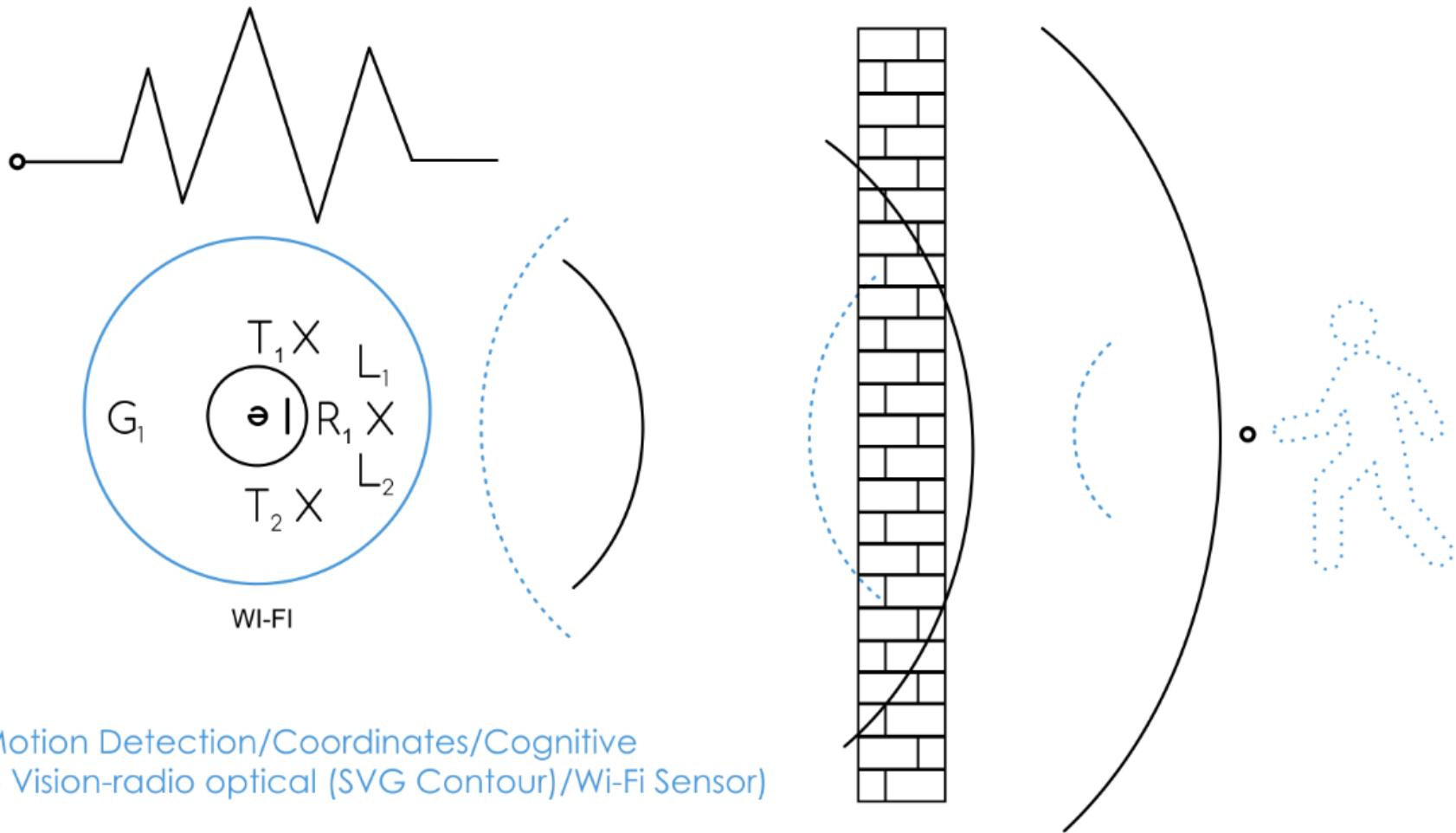
Аппаратно-программное решение: встраиваемый Smart контроллер MONOCLE с модулем #emonocle (микроконтроллерный блок).

Включать в себя четыре группы антенн G1, G2, G3, G4, осуществлять обнаружение и захват восьми движущихся объектов посредством системы сканирования #emonocle (программно-аппаратное решение).

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 (УВЧ и СВЧ) в частотных диапазонах 2,4 ГГц, 5 ГГц.

Радиоволны проходят сквозь препятствия и их неметаллические элементы Н3 Н4, отражаются от движущихся объектов Н2 и несут информацию к приемнику. Принцип действия аналогичный радару или гидролокатору.

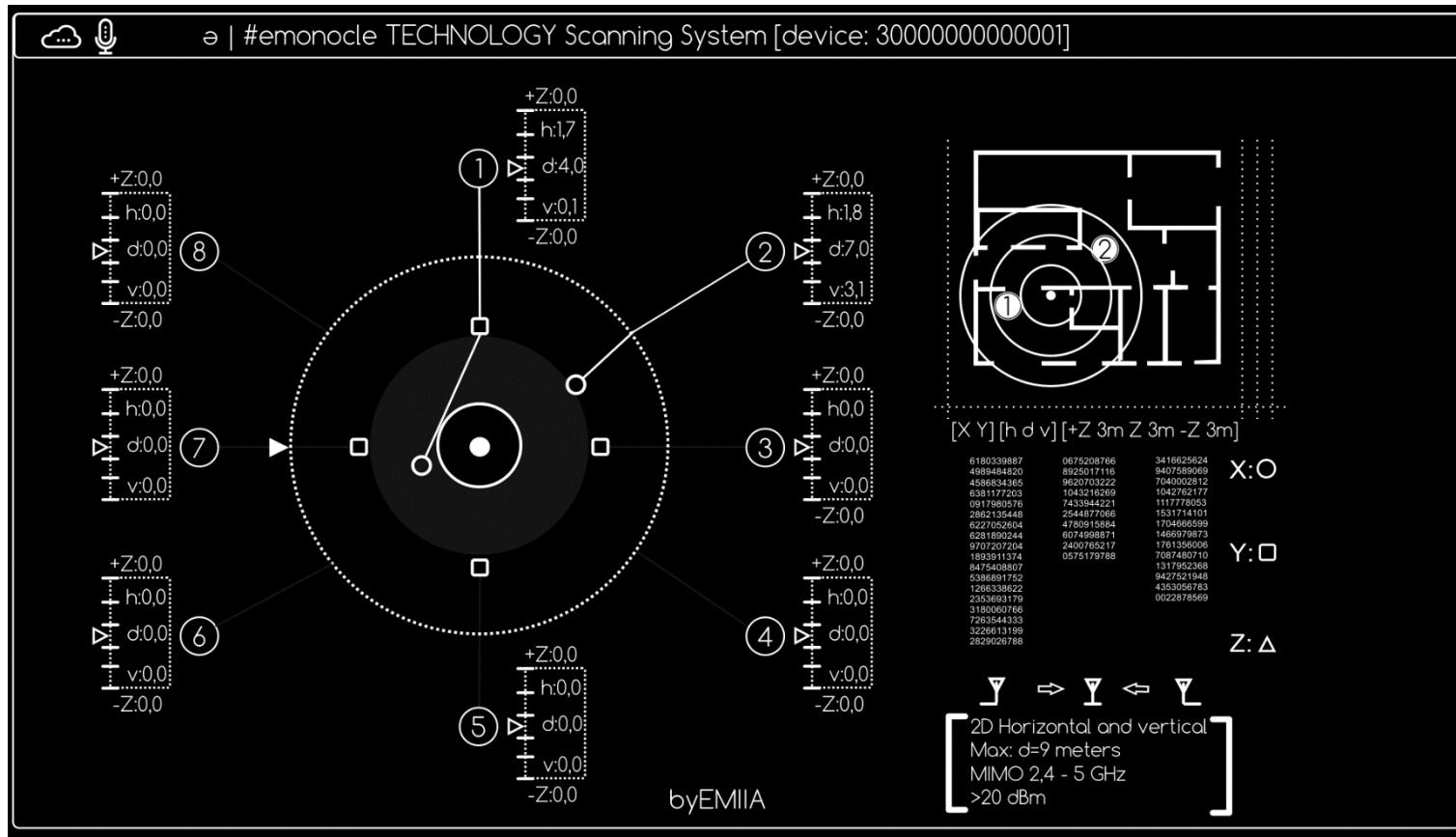
Волна проходит через группу антенн G1, таким образом сигналы Н1 отраженные от неподвижных объектов не принимаются к обработке приемной антенной R1 (программные фильтры). В общем линейном потоке Н2 регистрируются только те данные которые отразились от движущихся объектов, аппаратный элемент X компенсируют эффект затухания радиоволн, а программные фильтры выполняют обнуление MIMO ZF (статические объекты). Модуль использует алгоритм сканирования для определения параметров объектов вычисля время и мощность отраженного сигнала, рассчитывает последовательность пространственных меток.

Поляризация обнаружения движущихся объектов: вертикально-горизонтальная.

Визуализация интерфейса 2D.

$t=0,90m$  – максимальные 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>

На данный момент проведены тесты с применением инструментов **TensorFlow Lite** построение и обучения нейронной сети для задач машинного зрения и определения динамики и емкости объекта по граничным координатам и контурам.

**Результат: когнитивная сеть распознала движение человека сравнивая с числовыми данными радиосигналов (не картинка), полученных путем программных инструментов MATLAB и внесенных в систему в процессе обучения. Передвижение предмета (офисный стул) было определено системой как движение с данными о координатах и скорости, но не распознано, так как в базе данных отсутствовали числовые значения (цифровая контурная маска в SVG формате по значениям x,y,z) соответствующие данному объекту.**

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 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.

Цифровая контурная маска в SVG формате с маркерами по значениям ху<sub>z</sub> (движение человека), модель для обучения нейронной сети, генерированная программными инструментами MATLAB, устройствами вывода и ввода, аппаратными средствами и специализированным ПО для анализа и преобразования данных.

В процессе получения данных были устраниены 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.**

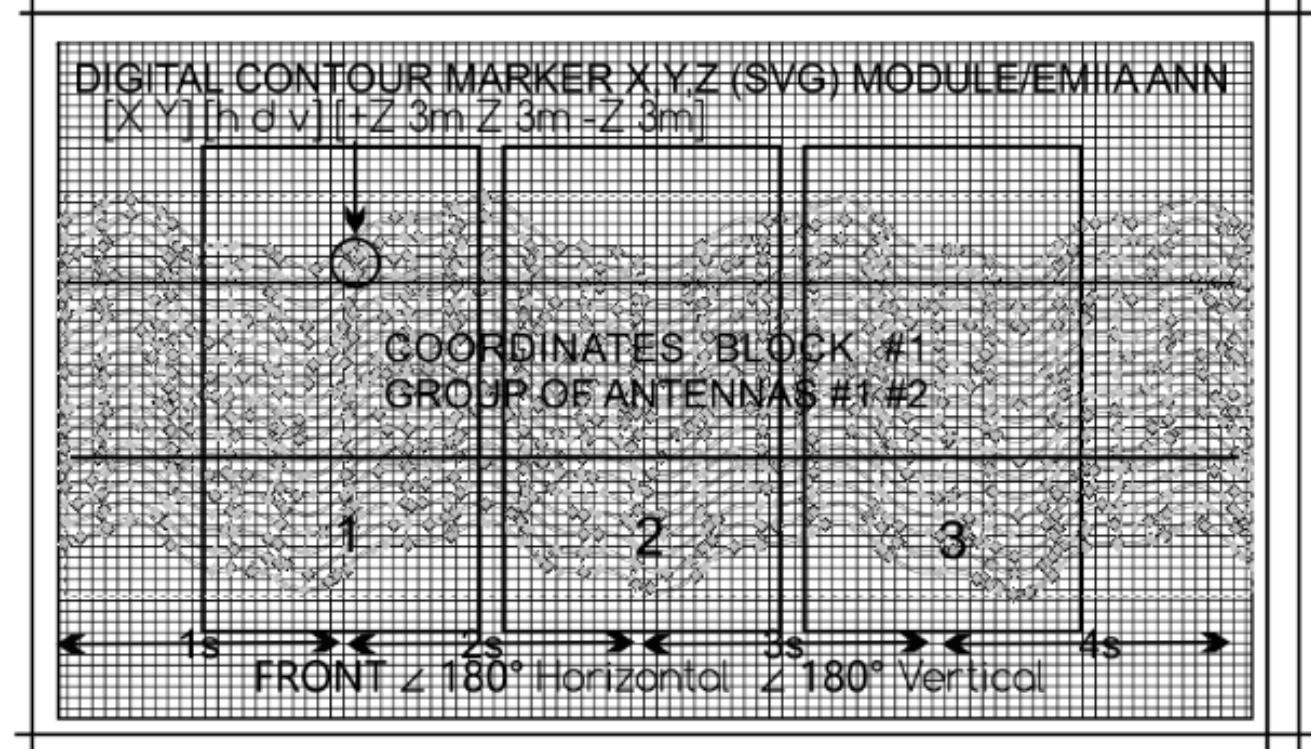
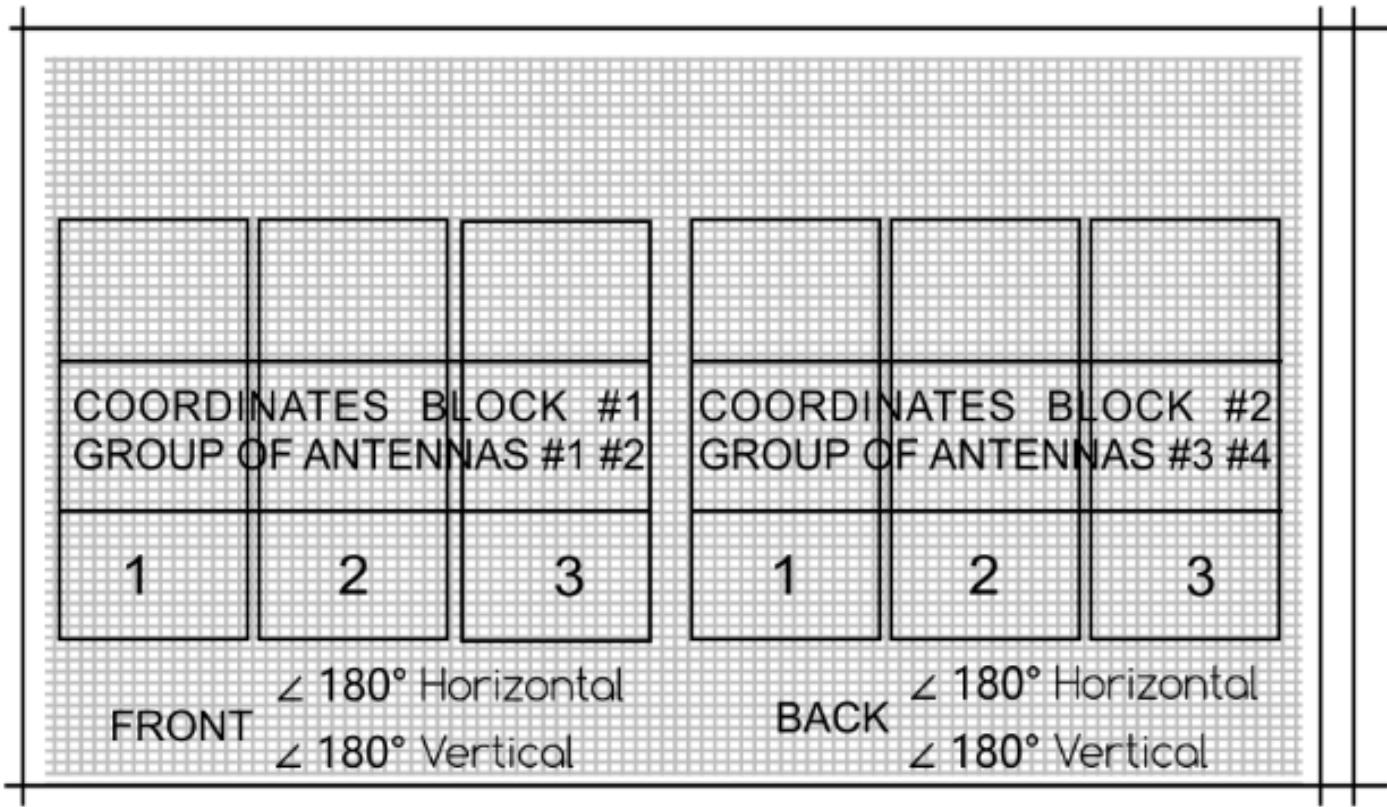


Рис. Фрагмент визуализации машинного зрения с маркерами контуров без цифровых значений (**2D**).

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)

2,4 ГГц. Длина волны 12,5 см. Дециметровые волны ультравысокой частоты (УВЧ).

5 ГГц. Длина волны 6 см. Сантиметровые волны сверхвысокой частоты (СВЧ).

## 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#  
Версия фрагмента кода цифровой SVG
```

модели движения взрослого человека с  
цифровыми маркерами и значениям ([GitHub](#)):

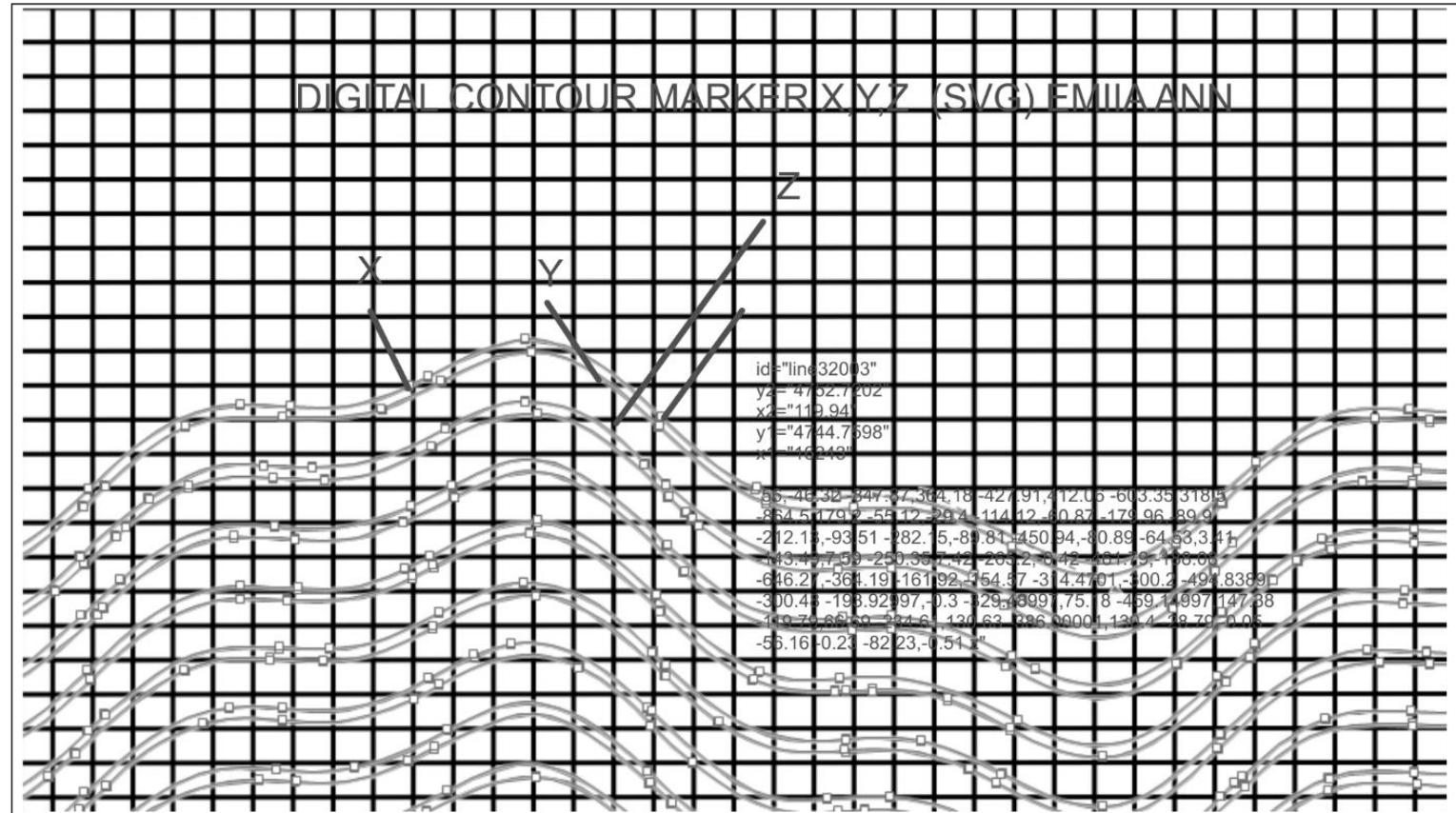


Рис. Фрагмент визуализации машинного зрения с цифровыми маркерами контуров и цифровыми значениями x,y,z (2D).

Видео демонстрирующее посредством графика детекцию движения, и определение емкости объекта по цифровым маркерам и значениям контуров x,y,z в SVG (2D): <https://youtu.be/CnhfcWcl8SM>

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-зарегистрировано 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)

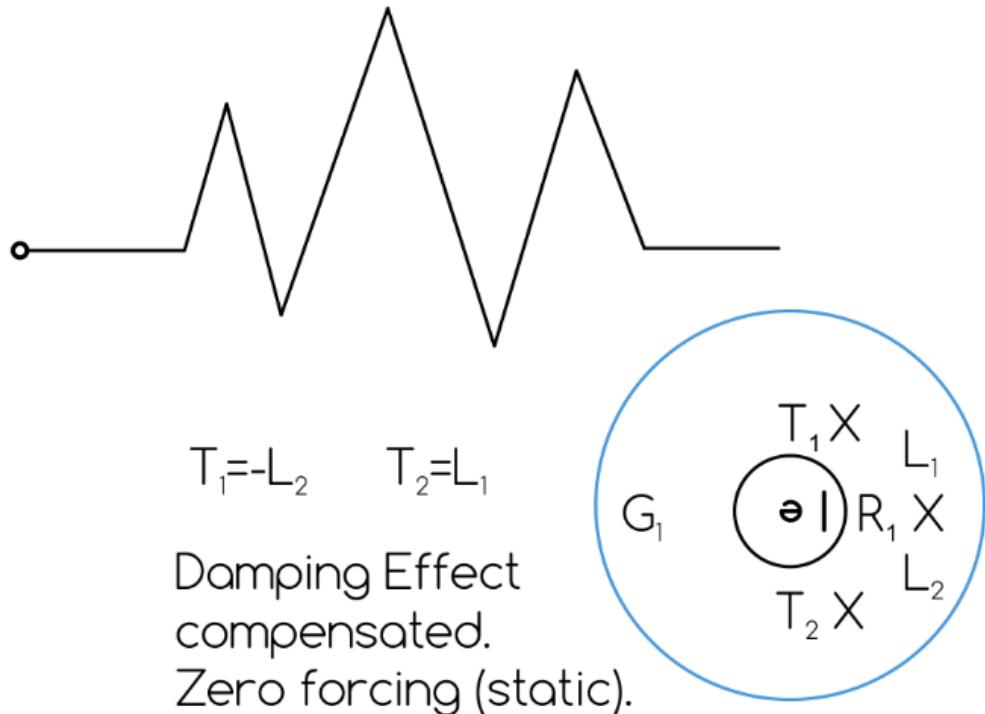
4.

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

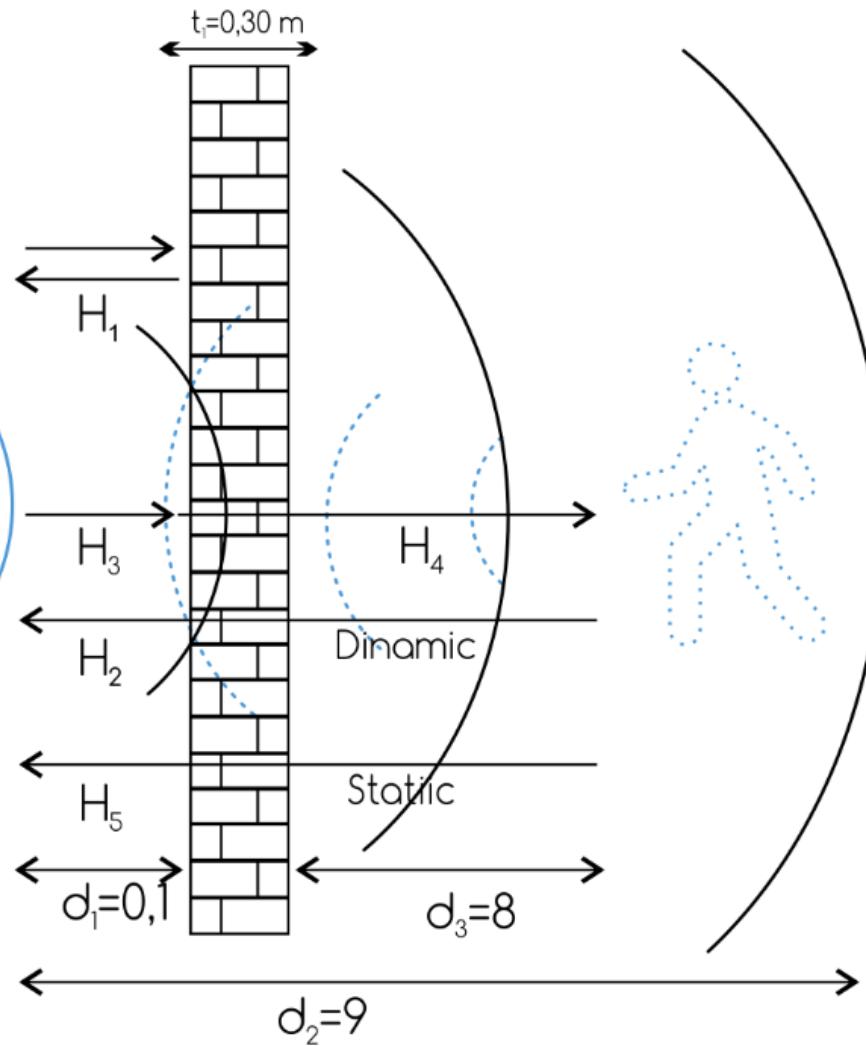
## Фрагмент программного кода #emonocle (MATLAB/Simulink): захват движения объекта.

```
function plot_emonocle_skeleton(h, t,joints)
% This script plot the skeleton capture byemonocle
%
% INPUTs:
% h - MATLAB graphicandler
% t - frame number
% joints - cell[1x25], each cell contains the coordinates of a joint
% ex:
% joints{1}.x - the x location of SpineMid acrosstime
%
% OUTPUT:
% plot of all the joints with limb connectionsat time t
%
% Vladimir Starostin (vstarostin@emiia.ru)
% Last update:08/08/2016
%
run('emonocle_joint_mapping.m');
num_jnts = length(joints);
num_limbs = size(joint_connections,1);
x_min = -1;
x_max = 1;
y_min = 0;
y_max = 4.5;
z_min = 0;
z_max = 2;

figure(h);
%%
joint = zeros(num_jnts,3);
for jnt = 1:num_jnts
    joint(jnt,1) = joints{jnt}.x(t);
    joint(jnt,2) = joints{jnt}.y(t);
    joint(jnt,3) = joints{jnt}.z(t);
end
scatter3(joint(:,1), joint(:,2), joint(:,3))
%%
p1 = zeros(num_limbs, 3);
p2 = zeros(num_limbs, 3);
for l = 1:num_limbs
    % the indexes of two joints for a connection
    joint_pair = joint_connections(l,:) + 1;
    p1(l,1) = joints{joint_pair(1)}.x(t);
    p1(l,2) = joints{joint_pair(1)}.y(t);
    p1(l,3) = joints{joint_pair(1)}.z(t);
    p2(l,1) = joints{joint_pair(2)}.x(t);
    p2(l,2) = joints{joint_pair(2)}.y(t);
    p2(l,3) = joints{joint_pair(2)}.z(t);
end
hold on;
plot3([p1(:,1); p2(:,1)], [p1(:,2); p2(:,2)], [p1(:,3); p2(:,3)]);
hold off;
axis([x_min x_max y_min y_max z_min z_max]);
view(-30,20)
```



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.

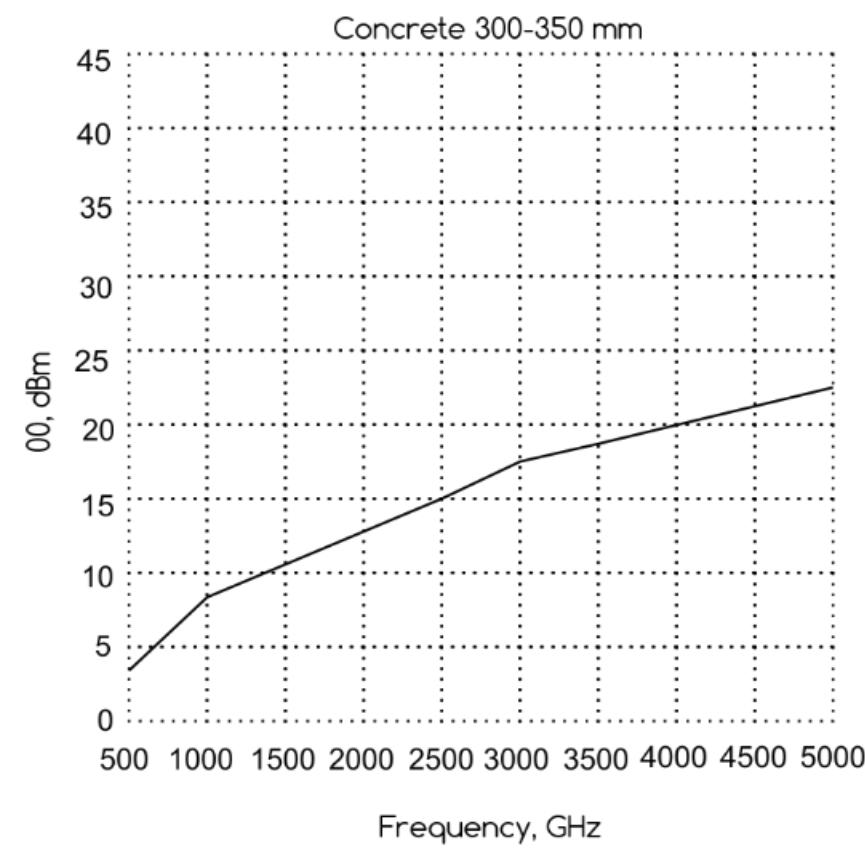
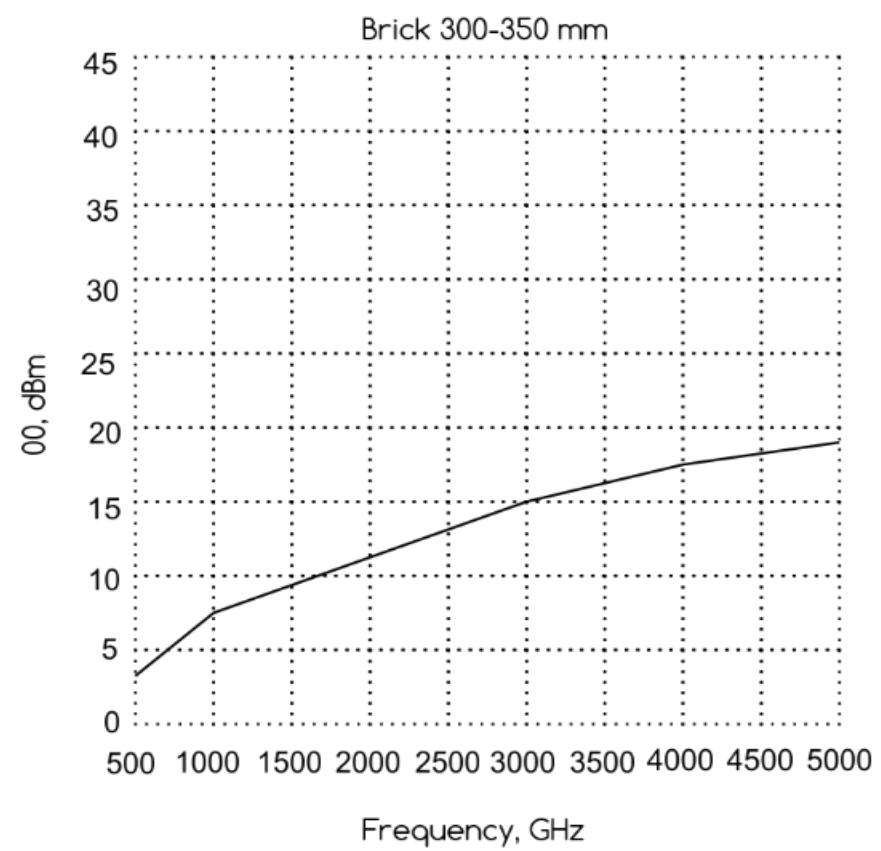
$H_2$  - отраженные радиоволны от динамических объектов за оптически непрозрачными преградами и материалами.

$H_3$  - 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.

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

Включение дополнительного аппаратного элемента Х 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 «типовом» 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 сверширокополосных хаотических сигналов диапазона 3-5 ГГц при прохождении через стены зданий: <http://www.emiia.ru/p/35.html>

## НАУЧНЫЕ ГРУППЫ, ИНСТИТУТЫ, КОМПАНИИ, ВЕДУЩИЕ АНАЛОГИЧНЫЕ ИЛИ БЛИЗКИЕ РАЗРАБОТКИ



**Технология WiTrack:** Массачусетский технологический институт, лаборатория информатики и искусственного интеллекта США г. Кембридж. MIT CSAIL, Computer Science & Artificial Intelligence Laboratory Massachusetts Institute of Technology.

WiTrack технология отслеживает движение человека за стенами зданий и другими оптически непрозрачными преградами. Посредством радиосигналов отражаемых от тела человека 3D.

<http://witrack.csail.mit.edu/>

Прибор Emerald: **технология WiTrack**-наблюдение и отслеживание движения людей через бетонные стены и другие оптически непрозрачные преграды (3D).

Толщина препятствий: до 30 см. Расстояние обнаружения: до 16 метров.

Описание:<http://www.emeraldforhome.com/>



**Технология Стеновизор:** Специальное конструкторское бюро Института радиотехники и электроники Российской академии наук (ФГУП СКБ ИРЭ РАН) Россия г. Москва.

Приборы на основе технологии сканирования "Стеновизор": радиолокатор Данник-5 и радар обнаружители РО для обнаружения местоположения живых людей, находящихся за стенами и оптически непрозрачными преградами при проведении мероприятий по борьбе с терроризмом, спасении людей под завалами при стихийных бедствиях, погребенных лавинами, находящихся в задымленных помещениях при пожарах 2D.

Данник-5: <http://www.sdbireras.ru/produkciya/blizhnyaya-radiolokacziya>

**РО (радары обнаружители РО-900, РО-400 (стеновизоры):**

[http://www.geotech.ru/safety\\_equipment/bезопасност/radary\\_-\\_obnaruzhiteli\\_lyudej\\_za\\_stenami\\_stenovizory/](http://www.geotech.ru/safety_equipment/bезопасnost/radary_-_obnaruzhiteli_lyudej_za_stenami_stenovizory/)

- Для функционирования устройства Emerald ученых из МИТ нужны большие вычислительные мощности и сопряжения с дополнительными электронными устройствами и программным обеспечением на стационарной базе. Разработчики пытаются найти применение технологии в специализированном оборудовании и системах медицинского назначения.

- Система сканирования Данник и серия радаров РО (Радары обнаружители РО-400, РО-900) имеют большие размеры, высокую стоимость электронных компонентов и технические ограничения в архитектуре относительно технологии сканирования с использованием радиосигналов повышенного уровня излучения, что не допустимо для применения в бытовых условиях и Интернете вещей. Технология может быть использована в специальном оборудовании для решения спасательных и военных задач.

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

### **Туманные/периферийные вычисления (Fog/Edge Computing):**

**Huawei Technologies Co., Ltd.** WO2017186260A1 **Edge server and method of operating an edge server** (Fog/Edge Computing):  
<https://patents.google.com/patent/WO2017186260A1/es>

**Huawei Technologies Co., Ltd.** EP3373523A4 **Method, device and system for switching between mobile edge computing platforms** (Fog/Edge Computing): <https://patents.google.com/patent/EP3373523A4/en>

**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, (Fog/Edge Computing):  
<https://patents.justia.com/patent/20180352050>

**Cisco Technology Inc** US9600494B2 **Line rate visual analytics on edge devices** (Fog/Edge Computing):  
<https://patents.google.com/patent/US9600494>

**Cisco Technology Inc** US20150181460A1 **Dynamic coding for network traffic by fog computing node** (Fog/Edge Computing):  
<https://patents.google.com/patent/US20150181460>

**Hewlett Packard Enterprise** (Hewlett-Packard Development Company , L.P.) WO2016018332A1 **Data storage in fog computing** (Fog/Edge Computing): <https://patents.google.com/patent/WO2016018332A1/en>

### **Радиооптика:**

**Massachusetts Institute Of Technology** WO2015102713A2 **Motion tracking via body radio reflections** (Радиооптика):  
<https://patents.google.com/patent/WO2015102713A2/en>

**Massachusetts Institute Of Technology** WO2015175078A3 **Object tracking via radio reflections** (Радиооптика):  
<https://patents.google.com/patent/WO2015175078A3/de>

## НАУЧНЫЕ ПУБЛИКАЦИИ/ЦИТИРУЕМОСТЬ

### Цитирование

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

В. С. Овчинский. — М. : Норма : ИНФРАМ, 2018. — 352 с.

**(ЭМИИА 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/цитирования

Профиль проекта и авторов с разделом соавторы:  
<https://scholar.google.ru/citations?user=ffHMwprwAAAAJ&hl>

## СМИ О ПРОЕКТЕ



ИНФОРМАЦИОННОЕ  
АГЕНТСТВО РОССИИ



RUSSIAN NEWS AGENCY

Технологию, позволяющую "видеть сквозь стены", представили на XI Международном салоне изобретений "Новое время" в Севастополе.

<http://tass.ru/nauka/2309033>

# The Bulgarian Times



Руските учени разработиха технология за наблюдение през стени на разстояние до 50 метров.

<https://bultimes.com/ruskite-uchenii-razrabotihata-tehnologiya-za-nablyudenie-prez-steni-na-razstoyanie-do-50-metra/>

壁を通して物を見ることのできる革新技術「イモノクリ( #emonocle )」を開発したのは、クリミアにあるロシアの技術企業「EMIIA」。このシステムは物体が動くと無線波が変わる

<https://jp.rbth.com/science/2015/10/28/534661>

## НАГРАДЫ И ДОСТИЖЕНИЯ



Золотая медаль и диплом  
XI Международный салон  
изобретений и новых технологий "Новое время"



Конкурс "Сколково" Startup Village,  
направление IT, "О чём говорят умные вещи".  
Полуфинал.



Diploma Special Award, It certifies that it is granted International Recognition in Scientific and Technological Merit. Republica Portuguesa

## ПРОГРАММЫ ИННОВАЦИОННОГО РАЗВИТИЯ В КОТОРЫХ ПРОЕКТ ПРИНИМАЕТ УЧАСТИЕ

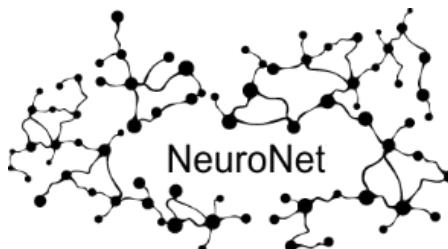


АГЕНТСТВО  
СТРАТЕГИЧЕСКИХ  
ИНИЦИАТИВ

Агентство стратегических инициатив. Создано Правительством России для реализации комплекса мер в экономической и социальной сферах. В частности, для продвижения приоритетных проектов.

Профиль проекта:

<https://leader-id.ru/company/49812/>

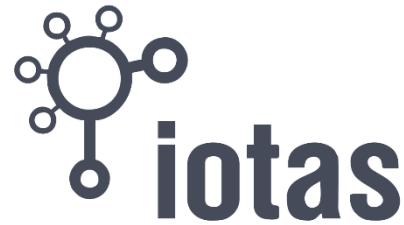


Проведена экспертиза в рамках отраслевого союза Нейронет НТИ.

Реализация дорожной карты «Национальной технологической инициативы» рынка «Нейронет».

Развитие и продвижение нейротехнологий в России.

Результат экспертизы: <https://www.emiia.ru/p/nti.html>



Ассоциация интернета вещей, учреждена Фондом развития интернет инициатив (ФРИИ) вместе с Московским государственным техническим университетом (МГТУ) им. Н. Э. Баумана. Проект ЭМИИА в рамках членства в организации инициирует процессы по развитию и стандартизации Wi-Fi Wireless Mesh Network (ячеистая Wi-Fi сеть) для задач промышленности.

Профиль проекта:

[https://iotas.ru/members/catalog/?ELEMENT\\_ID=287](https://iotas.ru/members/catalog/?ELEMENT_ID=287)

### ЭКСПЕРТИЗЫ ПРОЕКТА



Международная экспертиза в рамках первой государственной программы «Стартап Казахстан», цель которой привлечь передовые технологии и разработки на казахстанский рынок. Оператор Global Venture Alliance

Результат экспертизы: <https://www.emiia.ru/p/kz.html>

## ИНДУСТРИАЛЬНЫЕ ПАРТНЕРЫ

(RFID-чипы для СКУД, криптографических программно-аппаратных средства защиты, контроллеры питания и нейропроцессоры 1879ВМ6Я для IoT/Ilot)



ПАО «Микрон» RFID-чипов, криптографических программно-аппаратных средств защиты и контроллеров питания.

«Группа компаний «Микрон» — крупнейший в России и СНГ производитель и экспортер микроэлектроники.

<http://mikron.ru/company/>



ЗАО НТЦ «Модуль» представляет nmDL(NeuroMatrix® DeepLearning) - комплект аппаратных и программных средств для разработки и реализации на нейропроцессоре 1879ВМ6Я глубоких нейронных сетей.

[https://www.module.ru/catalog/cifrovaya\\_obrabotka/neural\\_networks/](https://www.module.ru/catalog/cifrovaya_obrabotka/neural_networks/)

## ПАРТНЕРЫ В ПРОДВИЖЕНИИ НА РЫНКАХ ЕАЭС, БРИКС, ЕС И АИАТСКО-ТИХООКЕАНСКОГО РЕГИОНА (интеграторы решений)



Concat AG немецкая компания интегратор программно-аппаратных решений ЭМИИА входящая в международную группу MERIDIAN.

Представительства: Canada, United Kingdom, Australian, Singapur, India, Hongkong, China.  
<https://www.concat.de/>



Строительство, инжиниринг, системы контроля доступа, видеонаблюдение, охранные системы, пожарная сигнализация.

<http://gksynergy.ru/>

## **РАЗРАБОТЧИКИ ПРОЕКТА ЭМИИА**

КОМАНДА, РЕАЛИЗОВАННЫЕ РАЗРАБОТКИ, ИНФОРМАЦИЯ О ПРОЕКТЕ



**CEO/СТО – экономика/финансы C++/MATLAB/Simulink.**

**Руководитель проекта, разработчик интеллектуальных систем.**  
Опыт управления собственным бизнесом и разработки в сфере информационных технологий более 10 лет. Опыт разработок, управления процессом разработки. Опыт продвижения решений на рынок Германии и Швеции.

Автор **технологии** машинного зрения #emonocle.

Автор **технологии** определения емкости объекта по цифровым SVG контурам радиоволн и обучению нейронной сети на SVG данных для задач машинного зрения (радиооптика). Реализованные проекты: Комплексная система контроля Граад (КСК Граад)\*:  
<https://cscgraad.blogspot.com/>

**ВЛАДИМИР СТАРОСТИН**



**СТО – физика/математика/C++/MATLAB/Simulink.**

**Руководитель отдела разработок, инженер-электронщик.**

Опыт разработок программно-аппаратных решений и управления техническим процессом более 10 лет. Опыт сертификации.

Опыт сотрудничества в сфере разработок с Huawei и Axis Communications.

Автор **топологии** электронных схем MONOCLE.

Реализованные проекты: Комплексная система контроля Граад (КСК Граад)\*:<https://cscgraad.blogspot.com/>

**АЛЕКСЕЙ ЛЮМАН**



**СМО (S) – индустриальный дизайн, комьюнити, стратегический маркетинг, бизнес-стратегия.**

Опыт разработок в индустриальном дизайне и маркетинге: более 5 лет. Опыт сотрудничества с Китаем в сфере производства и размещения заказов. Разработано более 300 предметов для бытовых целей. Участие в предыдущих проектах: Ведущий промышленный дизайнер в компании «Аполло» Санкт-Петербург: <http://apollogenio.ru/>

**АЛЕКСАНДРА СМЫСЛОВА**



**СМО (O) – операционный маркетинг, бизнес-модель, PR.**

Опыт управления собственным бизнесом в инжиниринге более 10 лет. Опыт продвижения и интеграции программно-аппаратных решений Huawei, Xiaomi на рынке ЕАЭС. Руководил процессом вывода проекта КСК ГРААД на рынки ЕАЭС, интернет-ресурс проекта: <https://cscgraad.blogspot.com/> Реализованные проекты в инжиниринге и интеграции Группы компаний СИНЕРГИЯ: <http://gksynergy.ru/>

**ДМИТРИЙ ПРОКОПЕНКО**



**НАТАЛЬЯ ФИЛИППОВА**



**АНДРЕЙ КОНСТАНТИНОВ**



**СТЕПАН КЛИМЕНКО**



**СОО – инженер по машинному обучению**  
**Кандидат филологических наук.**

Опыт научной деятельности более 10 лет:  
[www.ma.cfuv.ru](http://www.ma.cfuv.ru).

Научная школа: «Теория языковых смыслов» (в процессе адаптации к голосовым и диалоговым функциям в Machine Learning для задач ЭМИИА). Автор методологии формирования библиотек машинного обучения для голосовых функций (диалоговая система) в offline-режиме.

**СТО – инженер-электронщик**

**C++/MATLAB/Simulink.**

Опыт управления и разработок в электронике и налаживании производства электронных компонентов: 12 лет, НИИ Импульс СКТБ Завод Скиф.

Разработано 5 топологий электронных схем. Принимал участие в разработке Комплексной системы контроля Граад (КСК Граад)\*:

<https://cscgraad.blogspot.com/>

**СТО – программирование/**  
**C++/MATLAB/Simulink.**

**Инженер-программист**

Опыт управления и разработок в сфере информационных технологий более 7 лет.

Разработано три версии ПО

Принимал участие в разработке Комплексной системы контроля Граад (КСК Граад)\*:

<https://cscgraad.blogspot.com/>

\*Группа разработчиков проекта ЭМИИА принимала участие в создании (Комплексной системы контроля Граад-КСК Граад (умный дом, умный офис, умное производственное предприятие) на базе данного коммерческого, исследовательского и научного потенциала сформирована архитектура технологий ЭМИИА: <https://cscgraad.blogspot.com/>

# ИНФОРМАЦИЯ О ПРОЕКТЕ

## Дорожная карта 2019—2025 гг.:

- Исследования и разработки **2019/2020/2021 гг.:**
- Оформление интеллектуальной собственности (заявки) **2019/2020/2021 гг.:**
- Мелкосерийное производство устройств MONOCLE **2020 г.:**
- Разработка конструкторской документации и формирования технического задания для крупносерийного производства **2019/2020 гг.:**
- Привлечение венчурных инвестиций для задач патентования, сертификации и серийного производства **2019/2020/2021 гг.:**
- Паспортизация и сертификация **2019/2020 гг.:**
- Формирование международной сети интеграторов (компаний-партнеров) на глобальных рынках **2020 г.:**
- Крупносерийное производство: **2020 г.:**
- Выход проекта на рынок: **2019/2020 г.:**
- Серийное производство: **2021 г.:**
- Достижение точки прибыльности: **2022 г.:**
- Расширение линейки устройств и услуг, а также сферы применения технологий ЭМИИА: **2022 г.:**
- Подготовка структуры к реорганизации в АО для выхода на IPO: **2023/2025 гг..**

## Структура доходной части:

- Доход от продажи встраиваемых контроллеров MONOCLE, модулей и устройств на их базе;
- Продажа лицензий на встраиваемое ПО и использование технологии;
- Подписка на СМС извещения и голосовые вызовы в случае возникновения случаев связанных с проникновением, авариями и иными нестандартными ситуациями в системе клиента;
- Структурирование финансово-аналитических и других данных для последующей монетизации аналитики.

**Инвестиции:** самофинансирование с 2015 года.

**Доход (B2B):** Предварительный заказ и частичная предоплата за 5500 устройств на общую сумму 3 900 000 рублей из них получена предварительная оплата 1 600 000 тысяч рублей (группа строительных и инжиниринговых компаний «Синергия»), цена на монтаж включена в сумму).

**Предварительные заказы без предоплаты (B2B): 1000 устройств MONOCLE, группа охранных компаний «Секрет»: на сумму 600 000 рублей,** цена на монтаж не включена в сумму.

## Пилотные проекты и договора в стадии формирования (2020 г.):

- «Цифровой двойник производственного цеха» интеграция встраиваемых контроллеров и Панелей (оборудование/роботизированные системы/производственный цех);
- «Умная поликлиника» (системы мониторинга, оповещения и связи);
- Senic немецкая компания <https://www.senic.com/en/> производитель устройств для Smart Home, продажа лицензии (ПО, технология) для использования в своих устройствах.

# ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ СВЕДЕНИЯ О КОМАНДЕ

**Команда 15 человек включая технических консультантов, из них:**

**Специалисты/основатели проекта:** 4 человека

**Специалисты на условиях опциона:** 3 человека

**Наёмные сотрудники:**

**ИТР:** 2 человека

**Аутсорсинг:** 4 человека

**Консультанты:** 2 человека

**Наёмные сотрудники на постоянной основе**

**(сдельная оплата)** 2 человека:

- Инженер-электронщик/C++/MATLAB-Simulink;
- Программист – C++/MATLAB/Simulink;

**Аутсорсинг (сдельная оплата): 4 человека:**

- Инженер-расчетчик (конструкторские и физико-математические расчеты)
- Программисты C++: два специалиста
- Бухгалтер

**Консультанты (договорные отношения) 2 человека:**

ПАО «Микрон» <http://mikron.ru/company/>

- Инженер-схемотехник

ЗАО НТЦ «Модуль» <https://www.module.ru>

- Инженер-схемотехник

**Ссылка на профили участников проекта:**

<https://www.emiia.ru/p/information-economy.html>



**EMIIA**

124683 г. Москва, г. Зеленоград корп. 1818

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

**Блог проекта:** [emonocle.blogspot.com](http://emonocle.blogspot.com)

**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)