



Петрозаводский государственный университет  
Кафедра информатики и математического обеспечения



# Разработка метода организации передачи и обработки разнородных видеоданных в среде IoT в рамках различных вычислительных парадигм для реализации информационных сервисов ситуационной видеоаналитики

Научный семинар «Проблемы современных информационно-вычислительных систем»

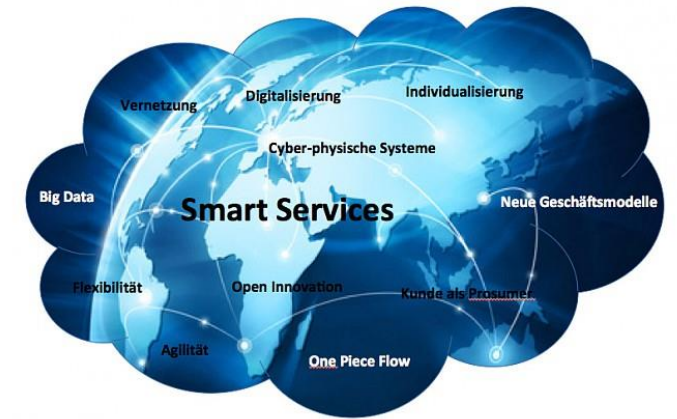
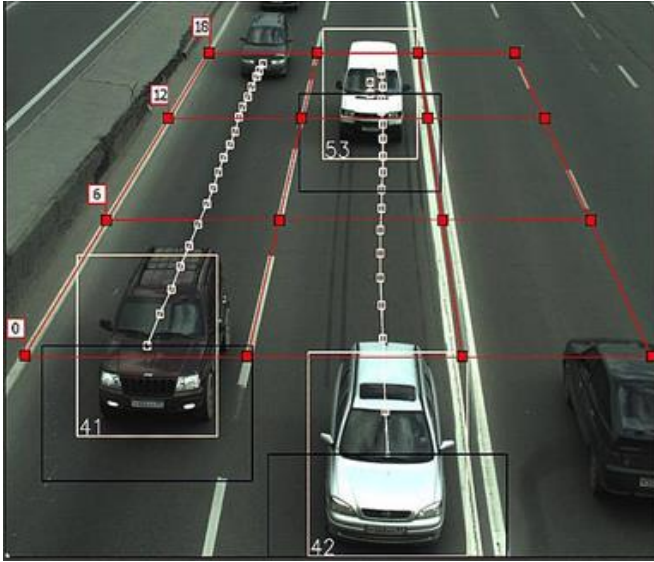
**Баженов Никита Александрович**

*Математическое моделирование, числ. методы и комплексы программ (05.13.18, 1.2.2)*

Науч. руководитель:  
к.ф.-м.н., доцент Д. Ж. Корзун

**25.04.2023**

# Актуальность



- **Системы видеонаблюдения VSS (передача видео)**
- **Умное видеонаблюдение и видеоаналитика (обработка видео)**
- **Аппаратное обеспечение (разнородные видеоданные)**
- **Параллельная обработка видеоданных (парадигмы вычислений)**
- **Окружающий интеллект AmI (информационные сервисы в IoT)**

Востребованность **в выявлении различных ситуаций** с помощью видеосистем

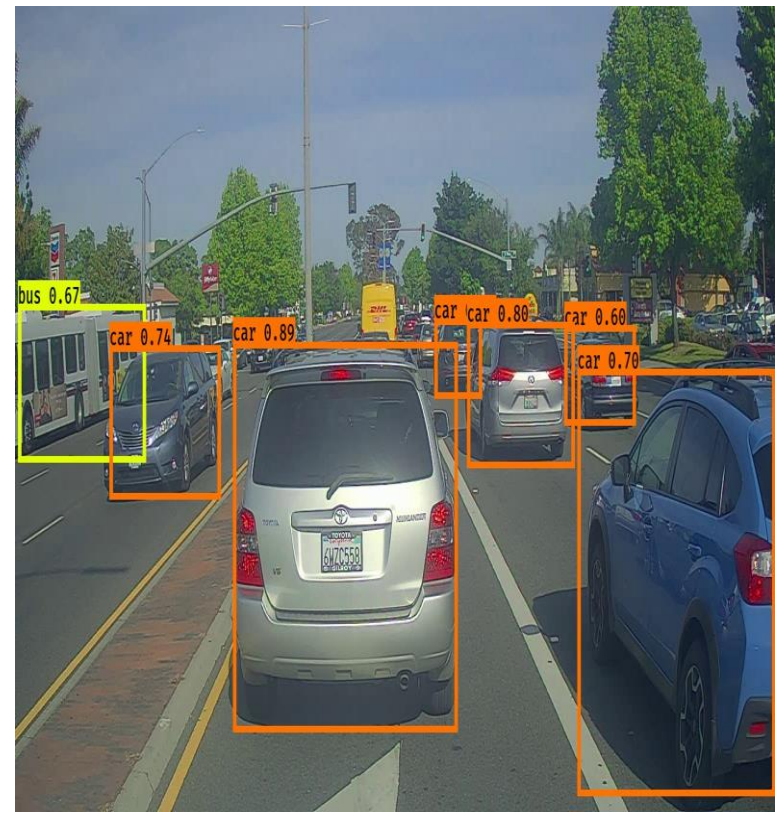
# Проблемные сферы для систем видеонаблюдения



**Безопасность**



**Охрана труда**



**Транспорт**

Проблема:

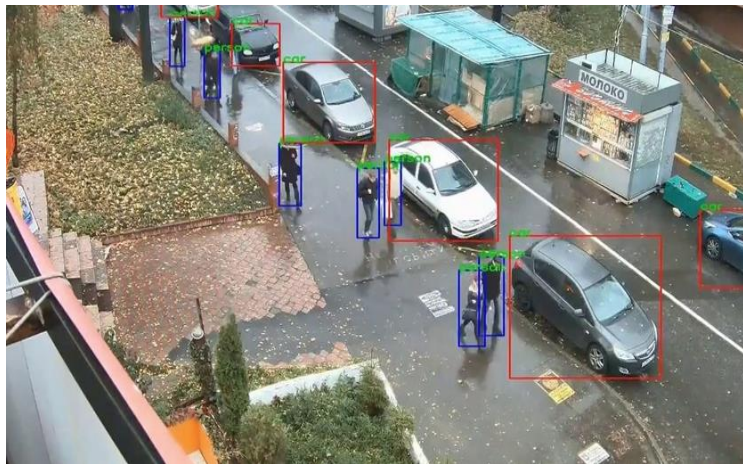
**Недостаточность существующих способов организации передачи и обработки разнородных видеоданных ситуационной видеоаналитики и отсутствие событийно-ориентированной направленности.**



# Разнообразие информационных сервисов



Общественный контроль



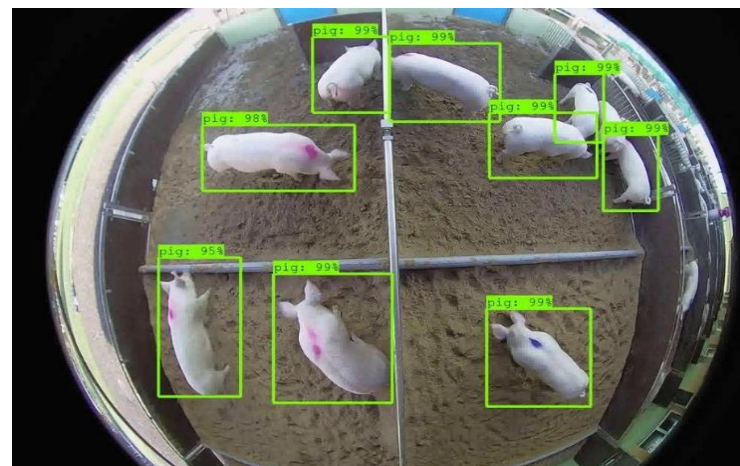
Умные дома и города



Здравоохранение



Промышленное производство



Сельское хозяйство

**Задачи:** подсчет людей; распознавание людей, машин, номеров; распознавание СИЗов, температуры и позы ч-ка; распознавание дефектов оборудования; мониторинг сельскохозяйственных культур и животных

# Цель, объект и предмет исследования

## Цель:

- Разработка метода организации передачи и обработки видеоданных с применением методов компьютерного зрения и интеллектуальных пространств для реализации сервисов ситуационной видеоаналитики для применения в разнородных вычислениях.

## Объект:

- Метод организации разнородных вычислений по обработке видеоданных в IoT-системах

## Предмет:

- Событийно-ориентированные модели, модели композиции событий и алгоритмы вычислений ситуационной видеоаналитики

# Задачи

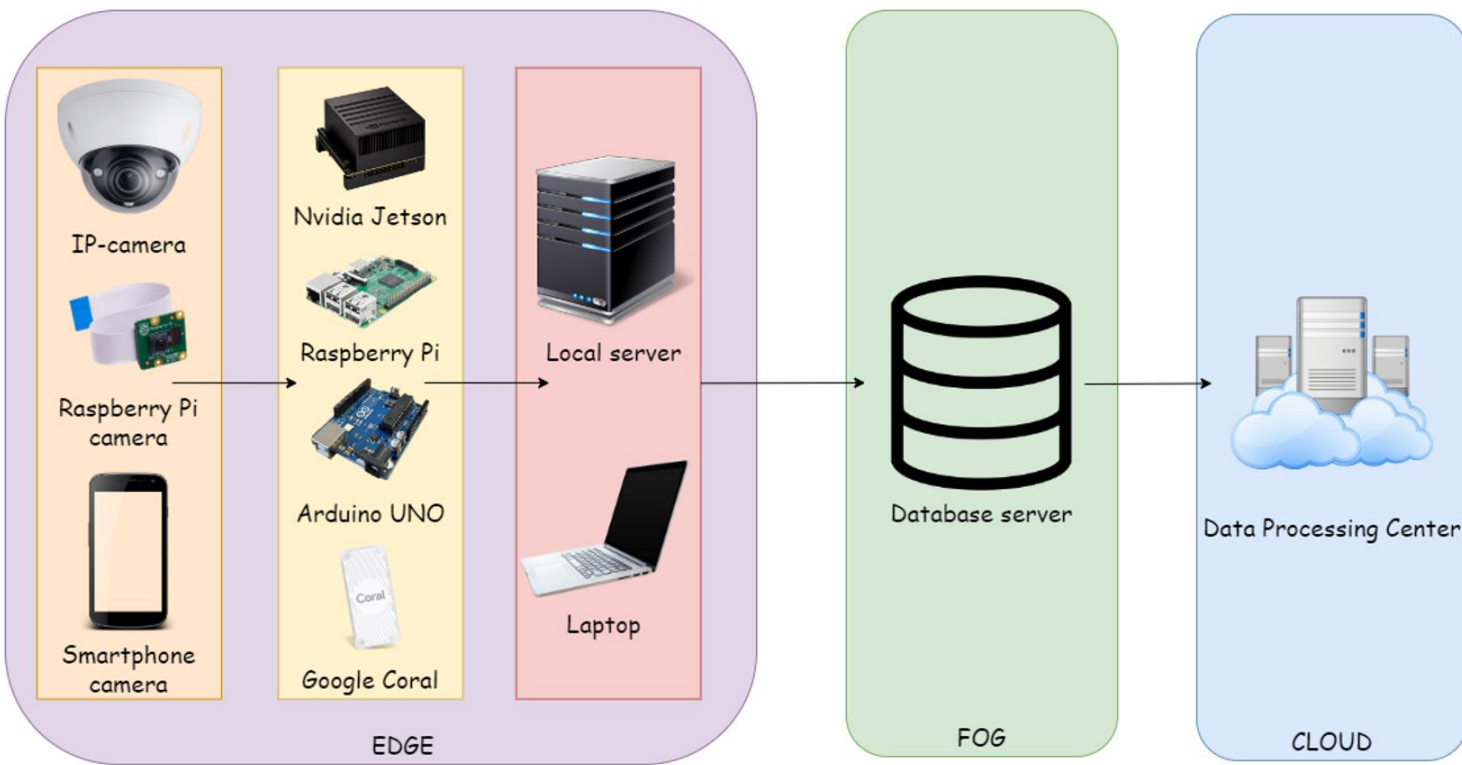
- 0 *Проведение научно-технического анализа исследований в области методов, моделей, алгоритмов передачи и обработки видеоданных для сервисов ситуационной видеоаналитики.*
1. Построение метода моделирования по созданию сервисов ситуационной видеоаналитики на основе анализа вычислительных возможностей аппаратуры и программных компонентов.
2. Создание событийно-ориентированной модели видеосервисов с описанием функциональных ролей компонентов в отраслях ситуационной видеоаналитики в рамках различных парадигм вычислений.
3. Разработка метода для построения алгоритмов распознавания составных событий и явлений на основе программно-аппаратной среды компонентов видеоаналитики в рамках пространственно-временной концепции Интернета вещей.
4. Разработка комплекса программных средств для разработки сервисов ситуационной видеоаналитики в виде нескольких прототипов, проведение экспериментального исследования и апробации полученных результатов.

# Сокращения

- VSS – системы видеонаблюдения
- СОПрО – событийно-ориентированные предметные области
- СИЗы – средства индивидуальной защиты
- ТС – транспортные средства
- РИД – результат интеллектуальной деятельности



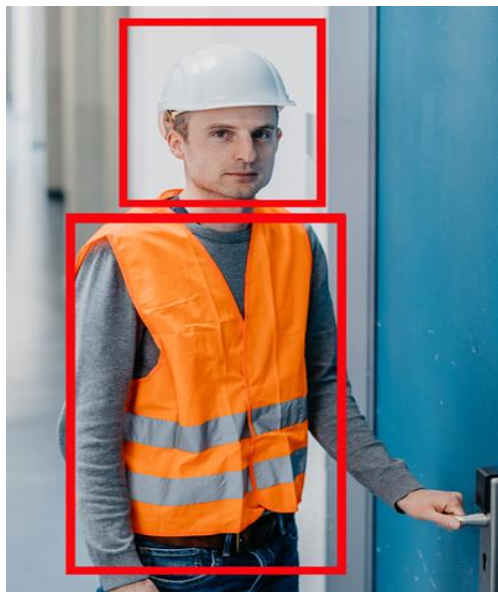
# Зад. 0. Парадигмы вычислений



- **Периферийные (Edge) вычисления** — в пределах досягаемости конечных устройств.
- **Туманные (Fog) вычисления** — «рядом» с конечными устройствами.
- **Облачные (Cloud) вычисления** — удаленные вычисления и хранение данных без активного участия пользователя.



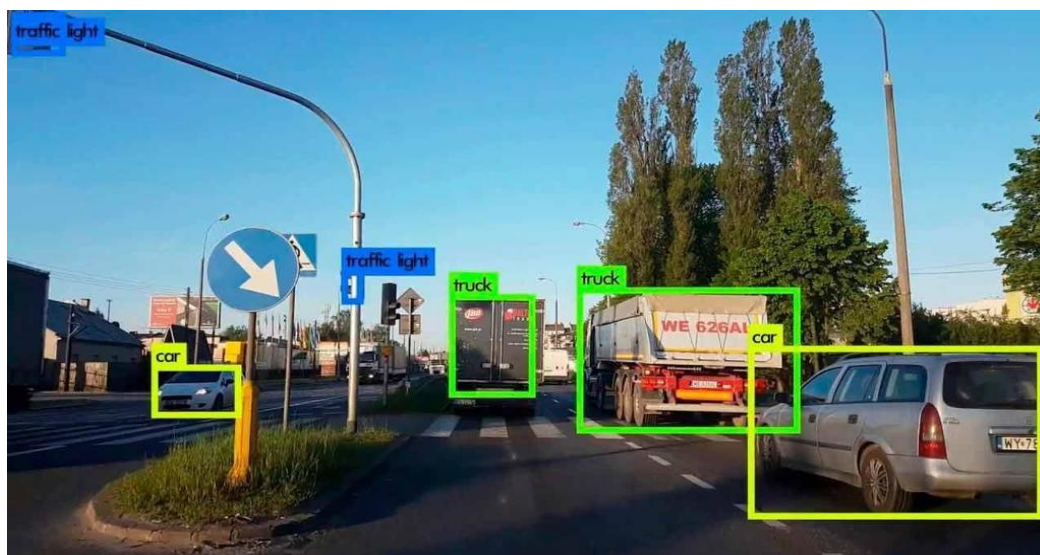
# Зад. 0. СО предметные области (1)



Идентификация лиц и распознавание СИЗов



Распознавание человеческой активности

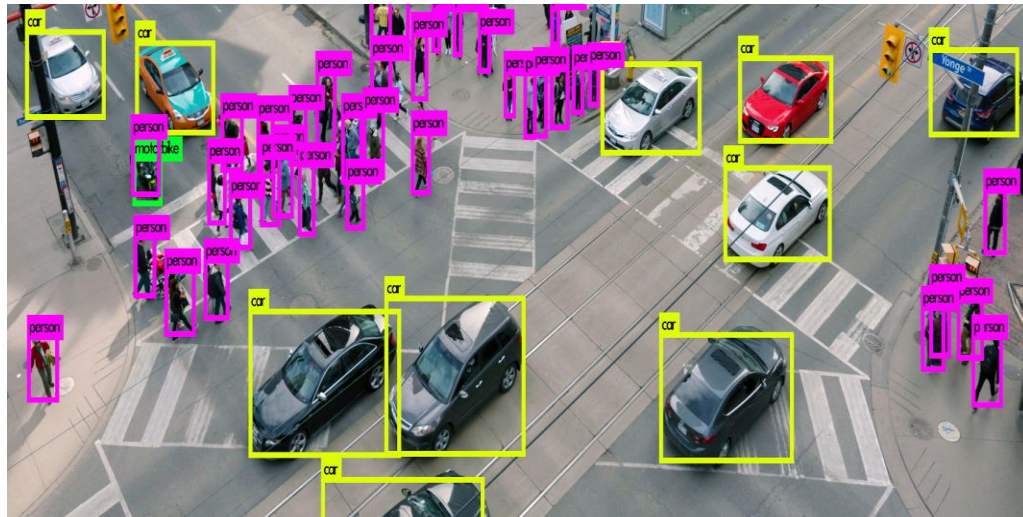


Определение характеристик автотранспорта



Распознавание опасных ситуаций и девиантного поведения

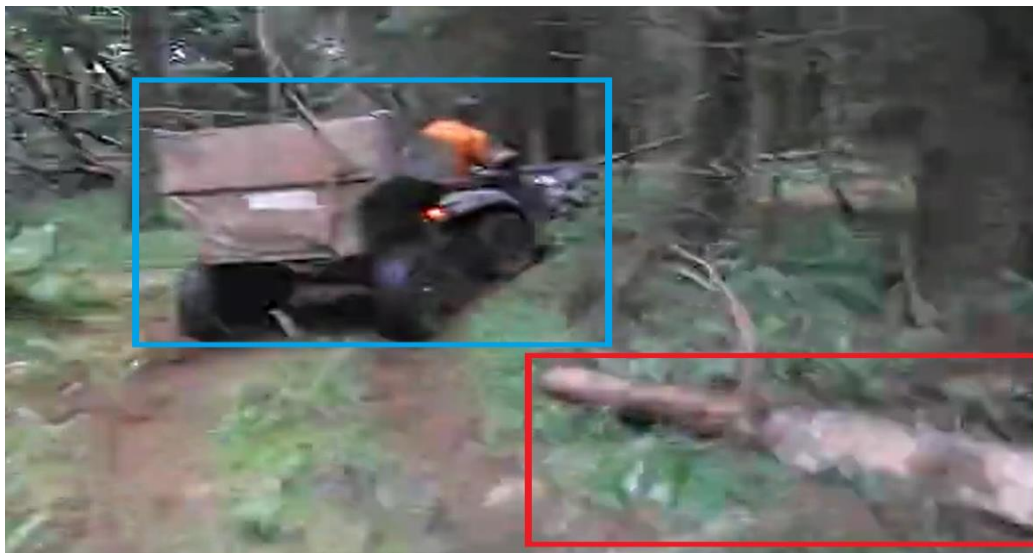
# Зад. 0. CO предметные области (2)



**Видеоаналитика в умных домах и городах**



**Мониторинг производственного оборудования**



**Распознавание препятствий на моб. автономных ТС**



**Мониторинг состояния здоровья человека**

# Зад. 0. Класс обрабатываемых сенсорных данных 11/37

## Передача данных

- RTSP-поток (554)
- Web/HTTP(S) (80/443)

## Настройки

- Системная информация
- Сеть (TCP/DNS/PoE)
- Разрешение
- Частота кадров
- Битрейт
- Способ кодирования
- Настройки изображения (яркость, контрастность, баланс белого)

The screenshot displays the Hikvision web interface for video settings. The top navigation bar includes 'Просмотр' (View) and 'Настройки' (Settings). The left sidebar shows a menu with 'Система' (System), 'Сеть' (Network), 'Видео и Аудио' (Video and Audio), 'Изображение' (Image), 'По событию' (By Event), and 'Хранение' (Storage). The 'Видео и Аудио' section is active, showing various video parameters:

Параметр	Значение
Тип потока	Осн. поток (норм. реж.)
Тип видео	Поток видео
Разрешение	1920*1080P
Тип скорости данных	Постоянное
Качество	Супер
Частота кадров	20 fps
Максимальный битрейт	16384 Kbps
Кодирование видео	H.264
H.264+	OFF
Профиль	Основной профиль
Интервал I кадра	50
SVC	OFF
Сглаженный поток	50 [ Чёткий->Сглаженное ]

A red 'Сохранить' (Save) button is located at the bottom of the settings panel.



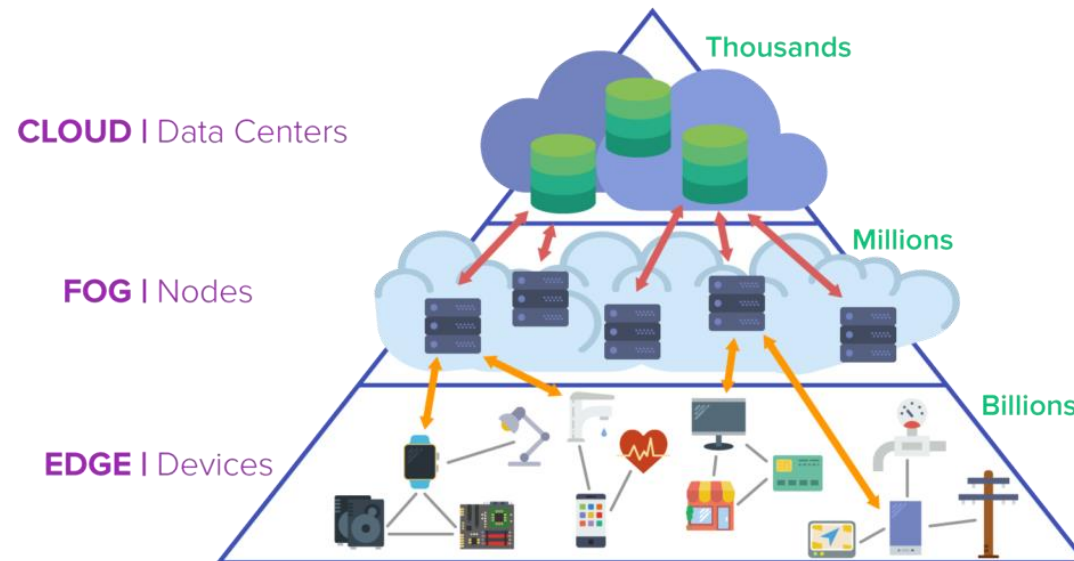
# Зад. 0. Разнородная обработка данных

## Видеокамеры

- Встроенные камеры
- Веб-камеры
- IP-камеры
- PTZ и поворотные камеры
- Инфракрасные камеры
- Тепловизоры

## Вычислительные сервера

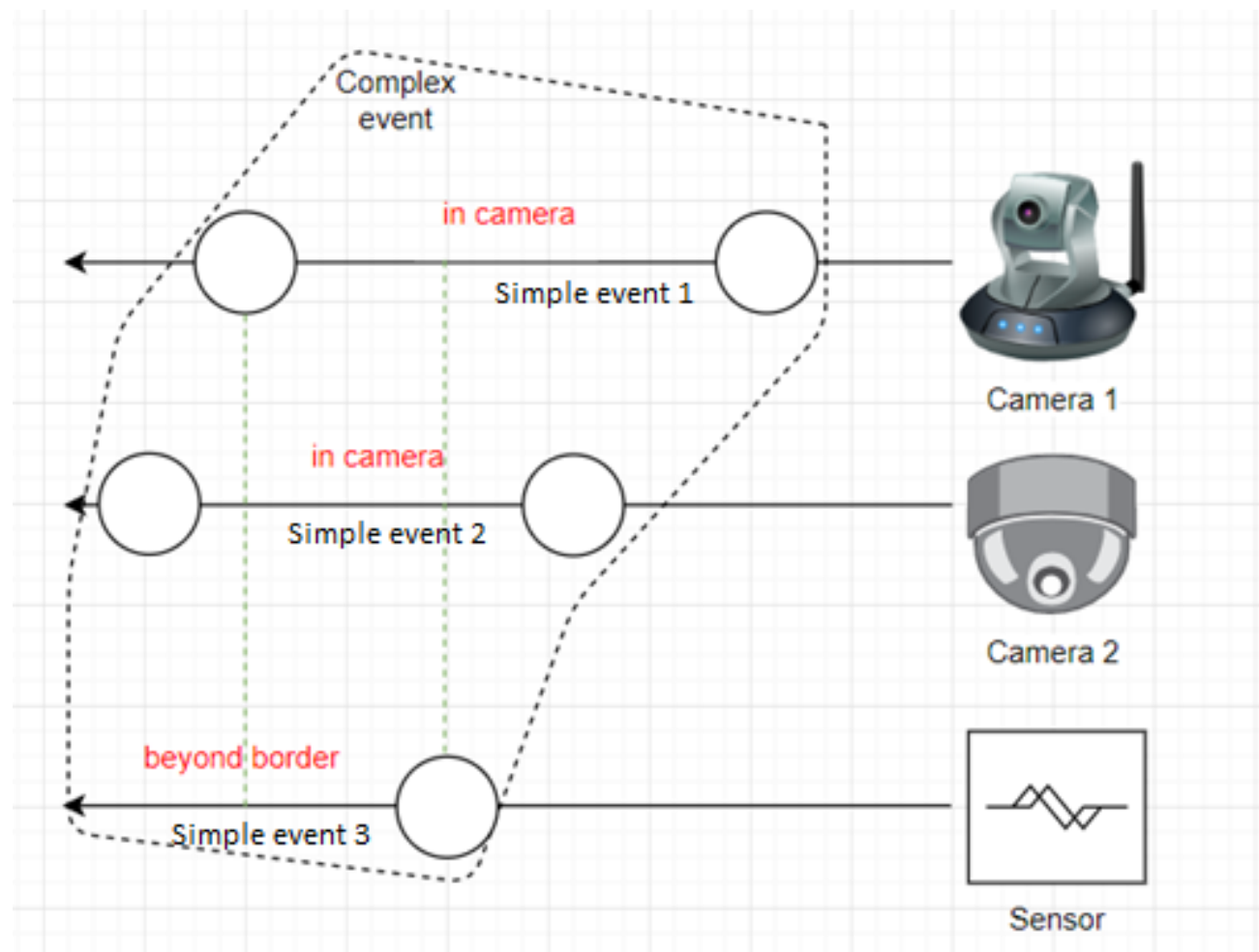
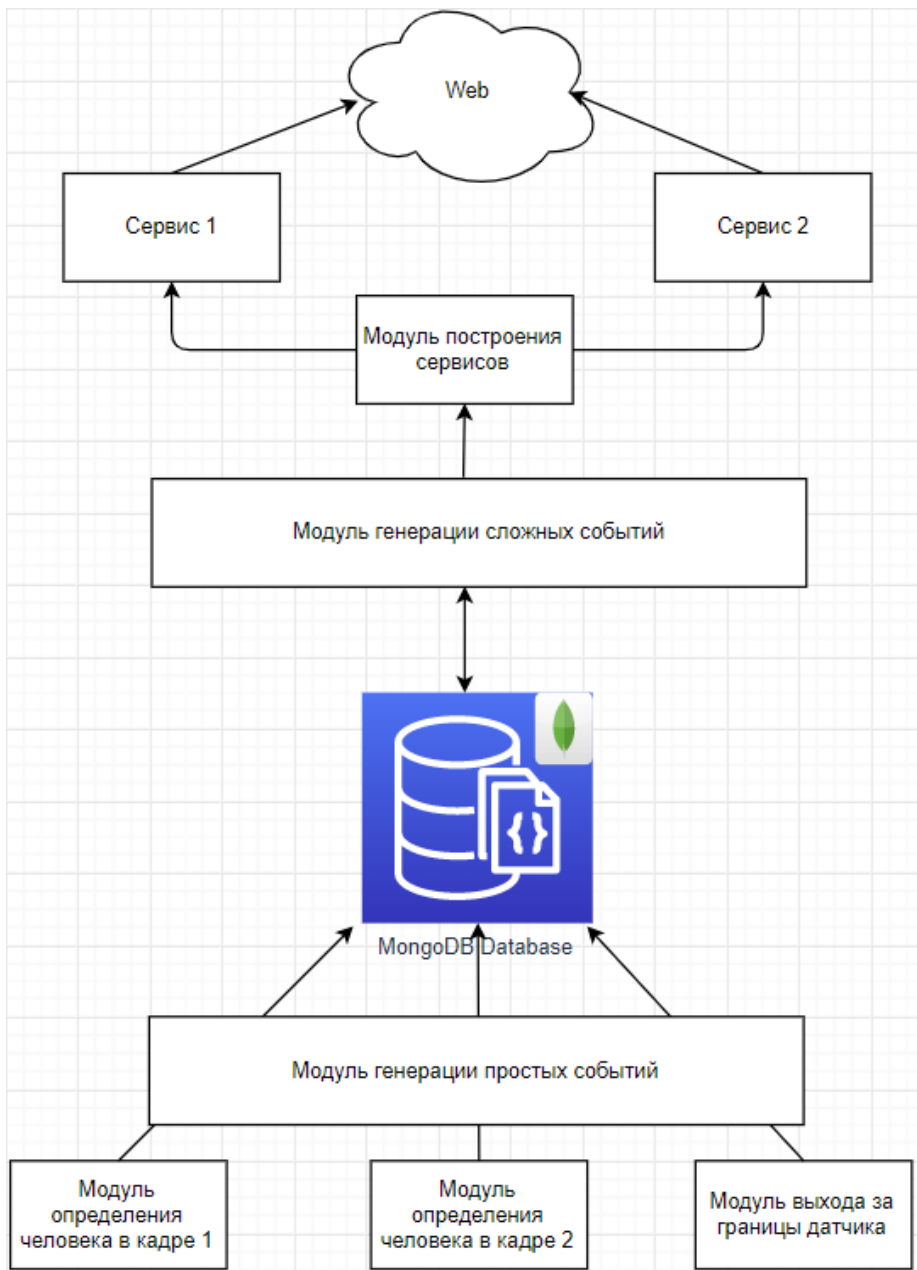
- Малой мощности: **EDGE** (Raspberry Pi, Google Coral)
- Средней мощности: **FOG** (ПК, 1-2 видеокарты)
- Высокой мощности: **CLOUD** (ЦОД, вычислительные кластеры)



# Зад. 0. Определения событий

- **Базовое (простое) событие** – явление, происходящее в определенном месте в определенное время и имеющее определенный контекст.
- **Составное (сложное) событие** – событие, состоящее из нескольких простых последовательных или одновременно происходящих событий.
- Количество базовых событий из одного видеопотока может быть неограниченным.
- Несколько видеопотоков содержит  $n$ -количество базовых событий.
- Базовые события могут быть независимыми и наблюдаться в разные периоды времени с разной продолжительностью, но составлять одно сложное.

# Зад. 0. Пример генерации сложных событий





# Задача 1

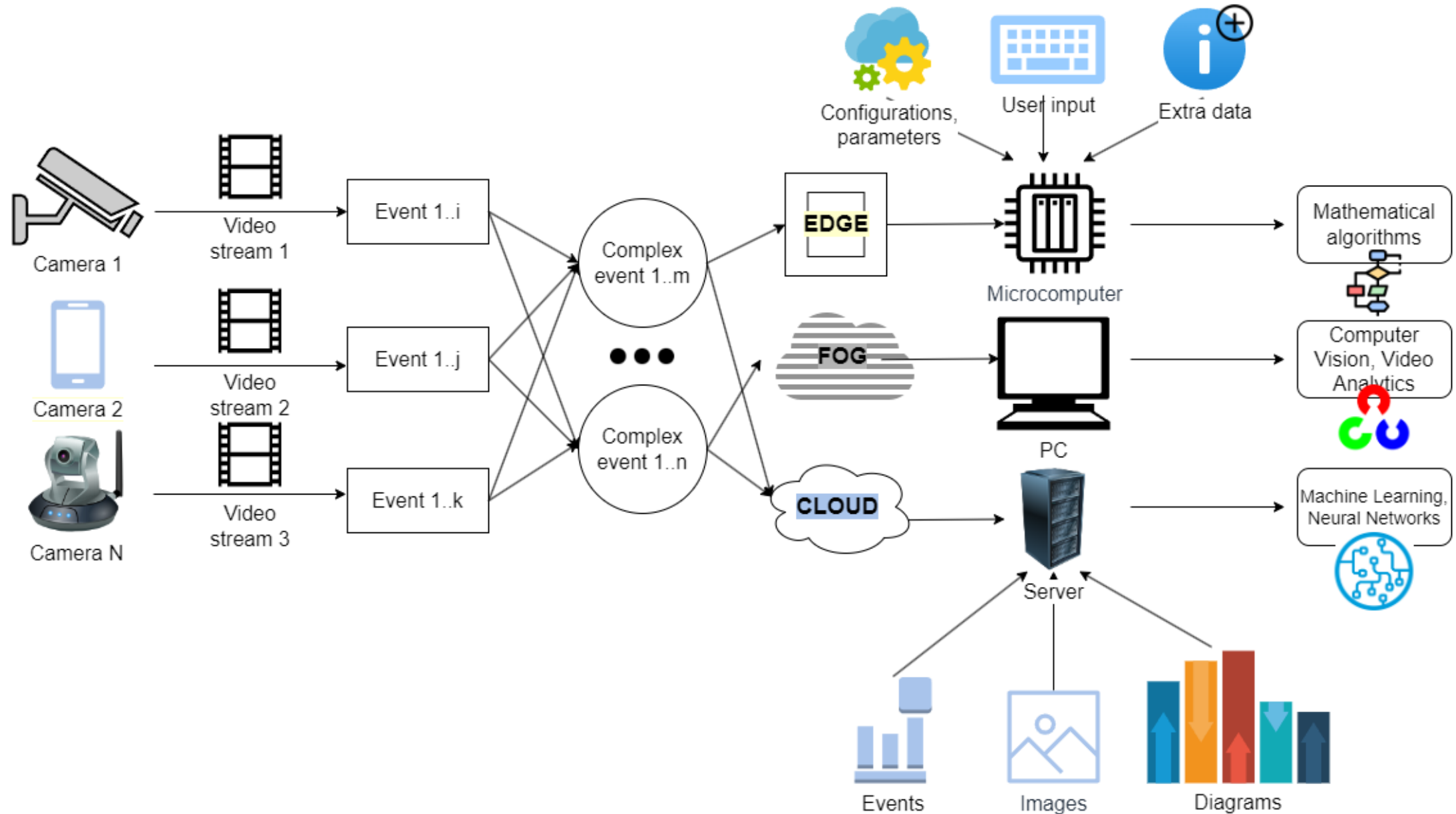
## Научная задача

1. Построение метода моделирования по созданию сервисов ситуационной видеоаналитики на основе анализа вычислительных возможностей аппаратуры и программных компонентов.

## Результат

- Позволяет разработчикам видеосистем и цифровых сервисов строить архитектуру системы с несколькими типами видеоустройств с учетом имеющихся программно-аппаратных требований.

# Зад. 1. Метод моделирования СИТ. ВИДЕОАНАЛИТИКИ







# Задача 2

## Научная задача

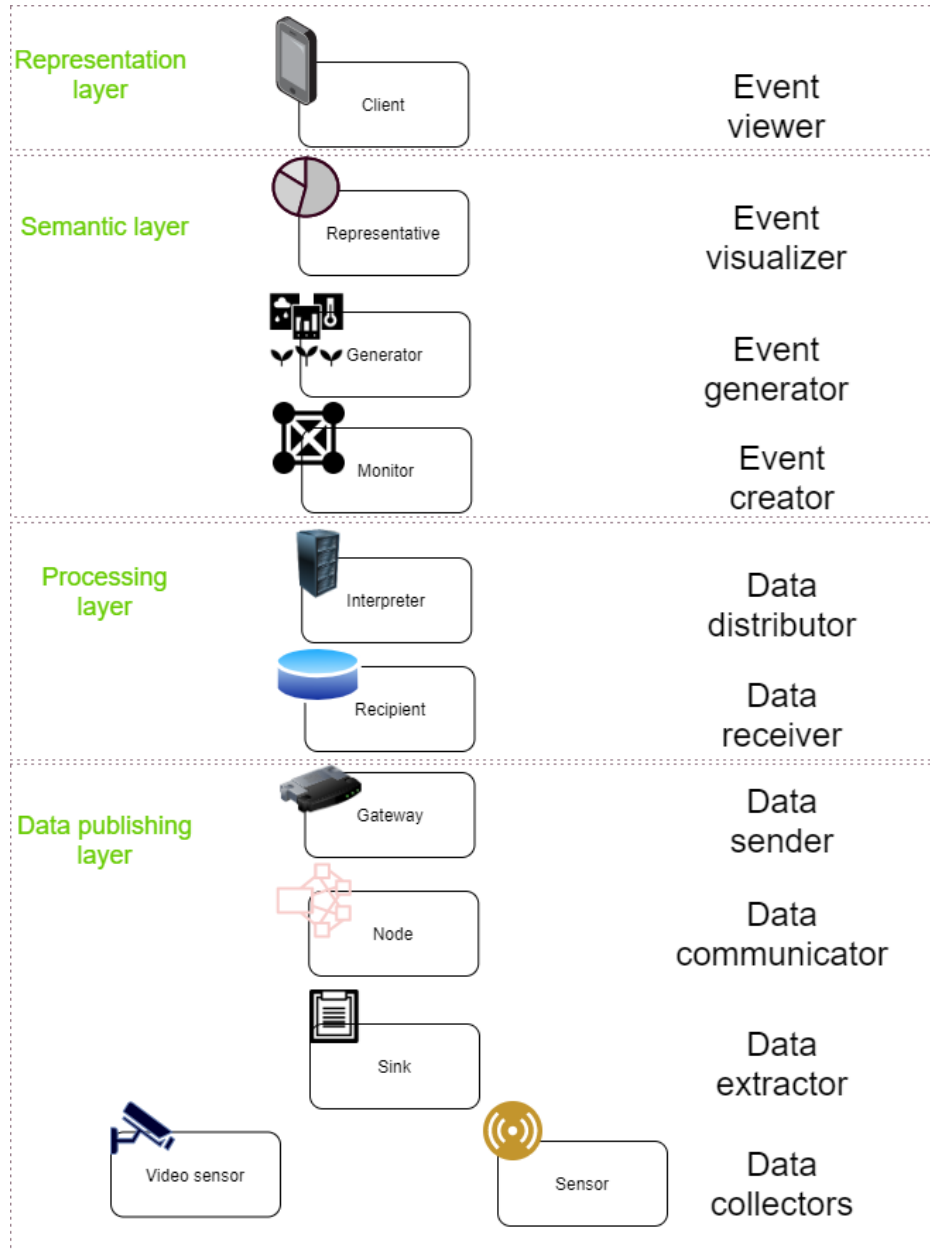
1. Создание событийно-ориентированной модели видеосервисов с описанием функциональных ролей компонентов в отраслях ситуационной видеоаналитики в рамках различных парадигм вычислений.

## Результат

- Позволяет оптимизировать работу сложной системы по обработке видеоданных, распределяет нагрузку между вычислительными компонентами в зависимости от их функциональных ролей.

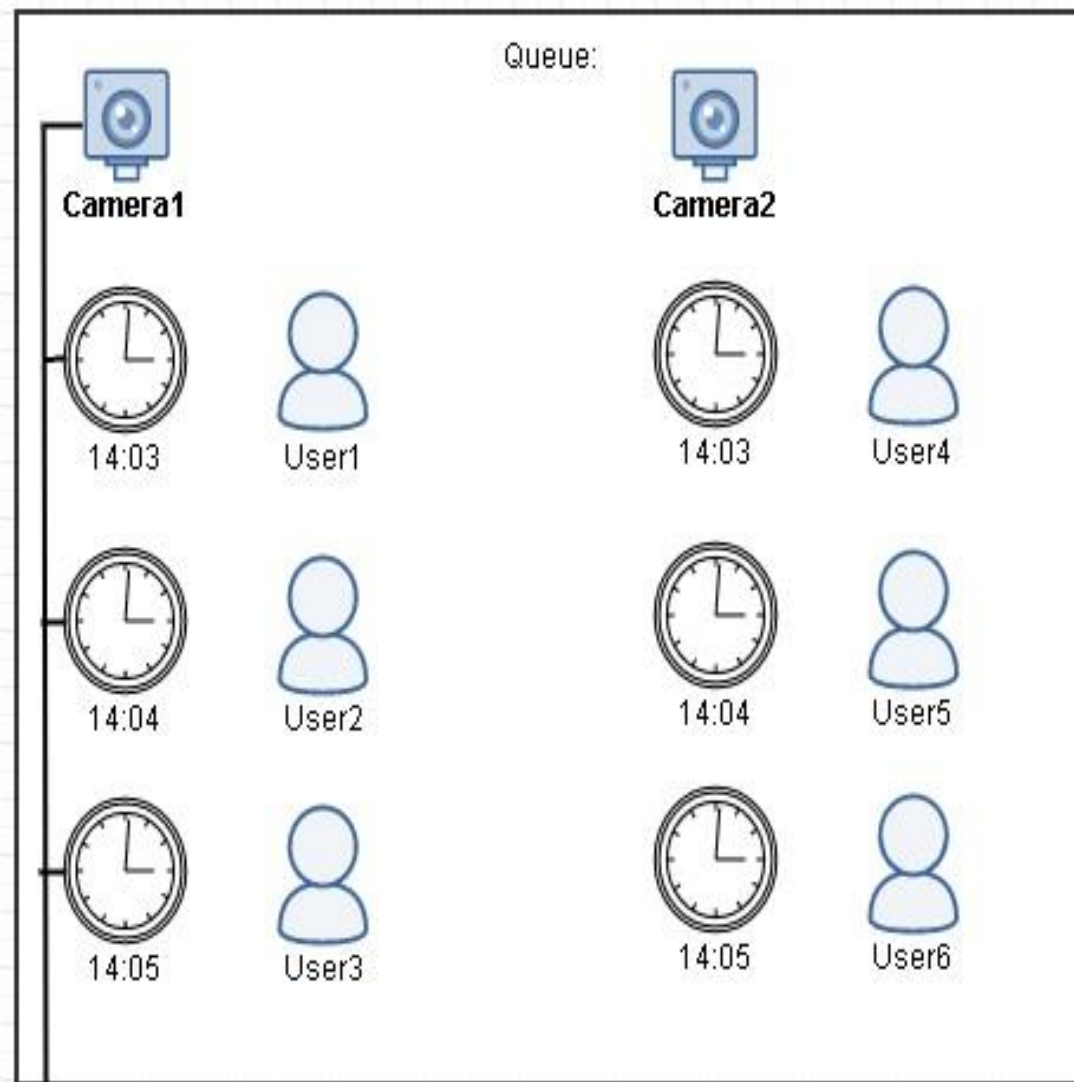
# Зад. 2. SO-модель функционал. ролей видеоданных

19/37

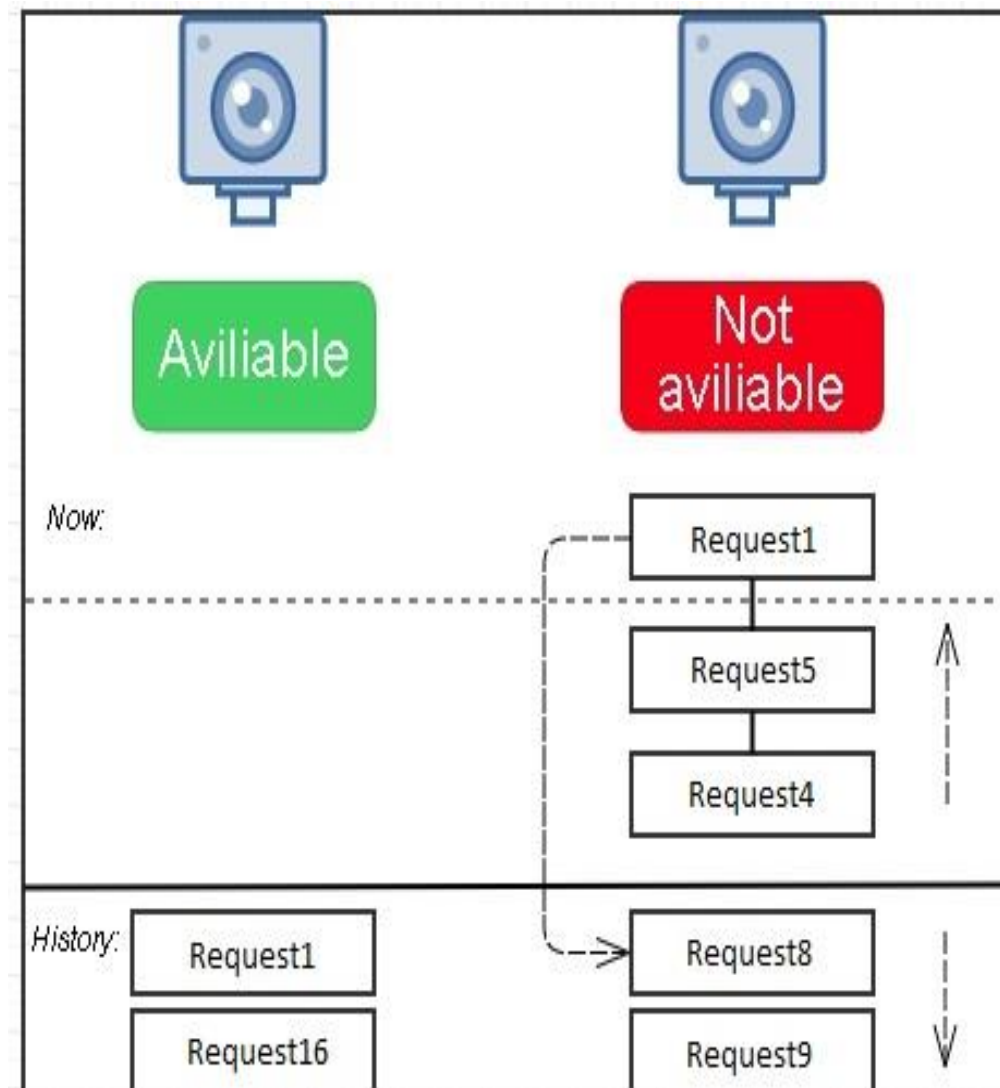


- Част. случай слоевой модели по орг-ии вычислений между устройствами.
- Обработка соответствует следующей цепочке: Устройство – Программный компонент – Умный IoT-объект – Построение сервиса.
- 4 слоя взаимодействия данных: слой публикации данных, обработки данных, семантический, репрезентативный.
- Каждый слой выполняет ключевую функциональную роль.
- Компоненты взаимодействуют между собой на всех слоях.
- Каждая сущность слоя представляет собой какое-либо окончательное устройство.

# Зад. 2. Модель управления доступом к видеоданным 20/37



Запросы по времени



Запросы от множественных клиентов



# Задача 3

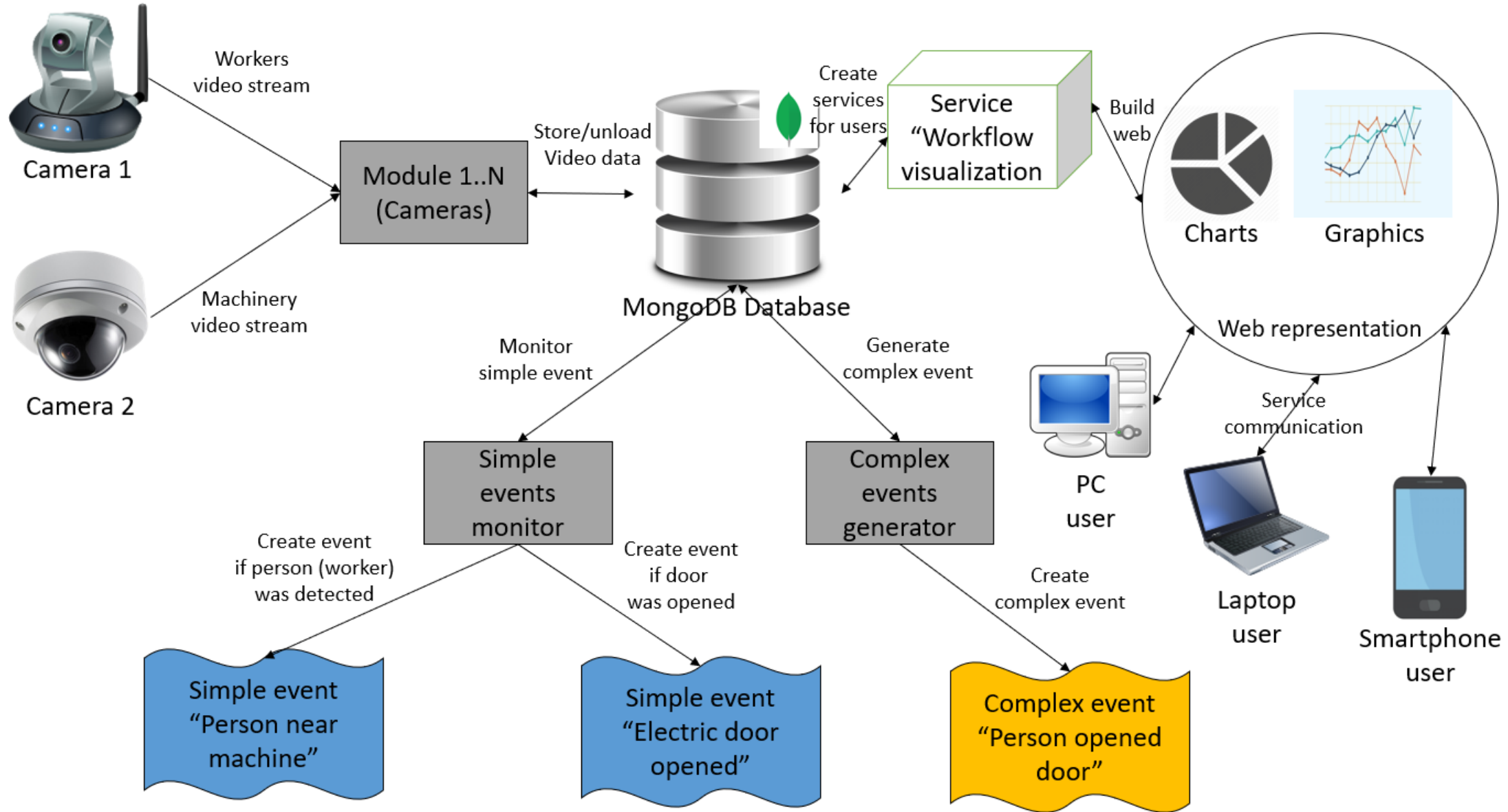
## Научная задача

1. Разработка метода для построения алгоритмов распознавания составных событий и явлений на основе программно-аппаратной среды компонентов видеоаналитики в рамках пространственно-временной концепции Интернета вещей.

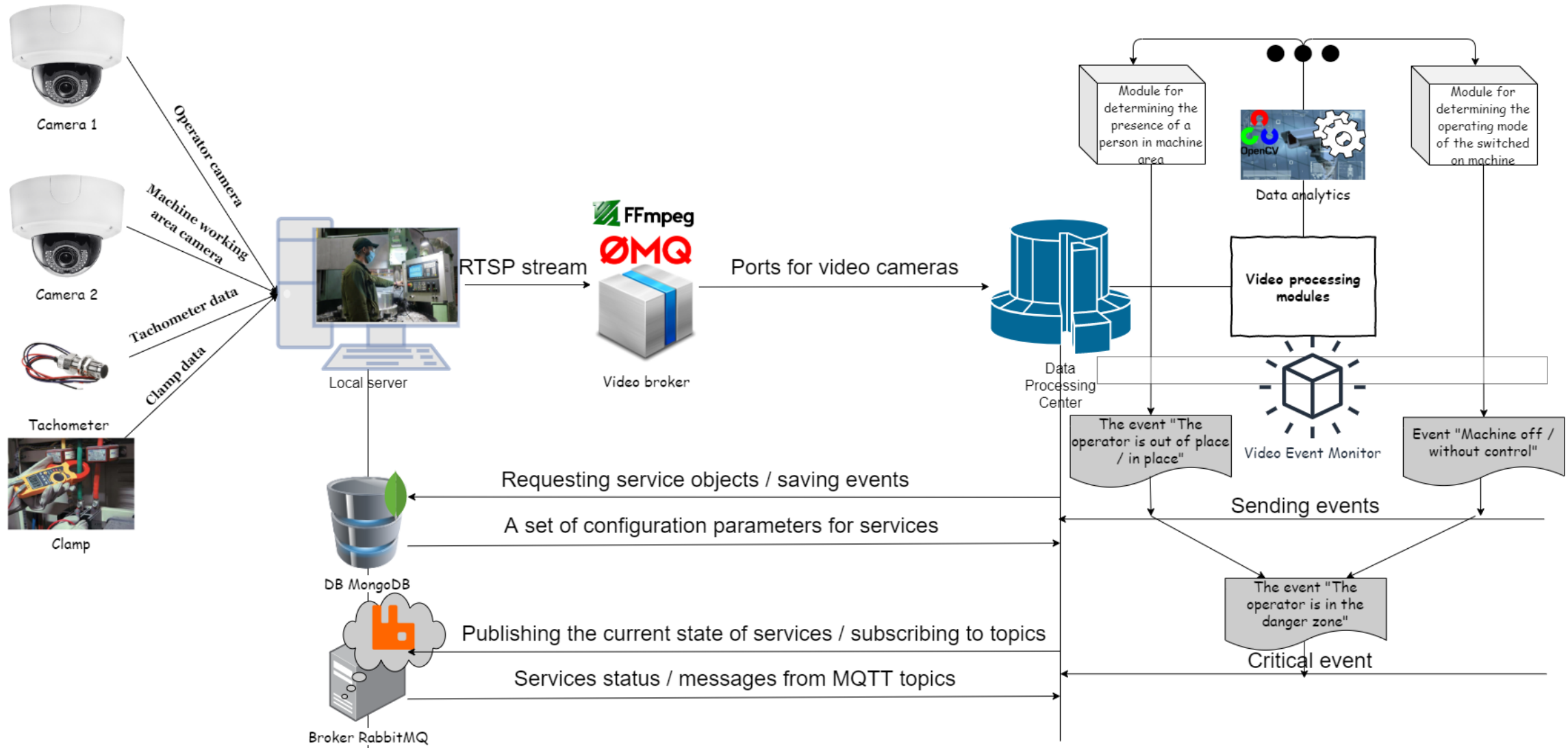
## Результат

- Позволяет обнаруживать в видеопотоках простые и сложные события в рамках концепции Интернета вещей.

# Зад. 3: Сложные события на основе видео и датчиков

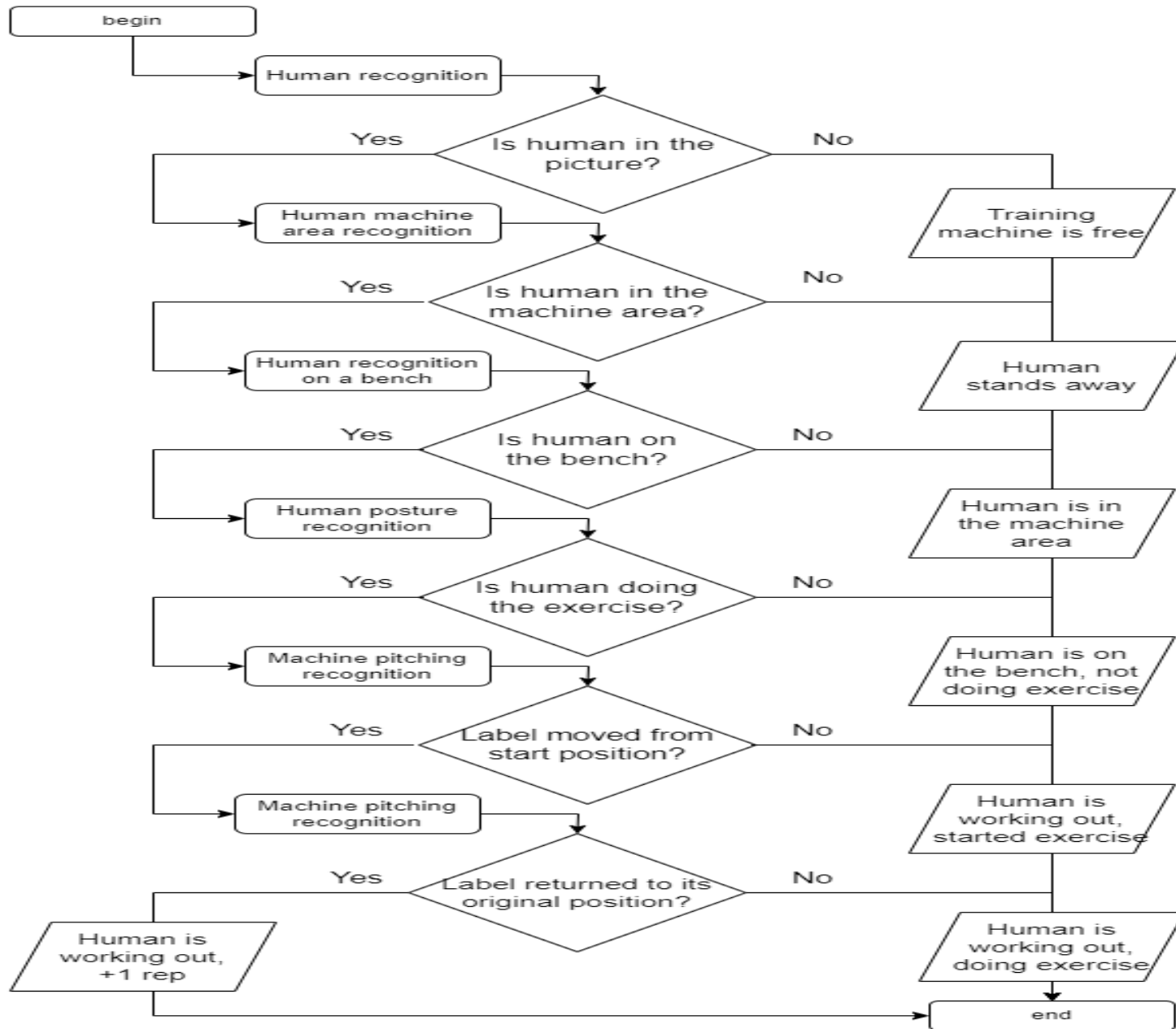


# Зад. 3. Архитектура системы с генерацией слож. с-ий



# Зад. 3: Распознавание человеческой активности

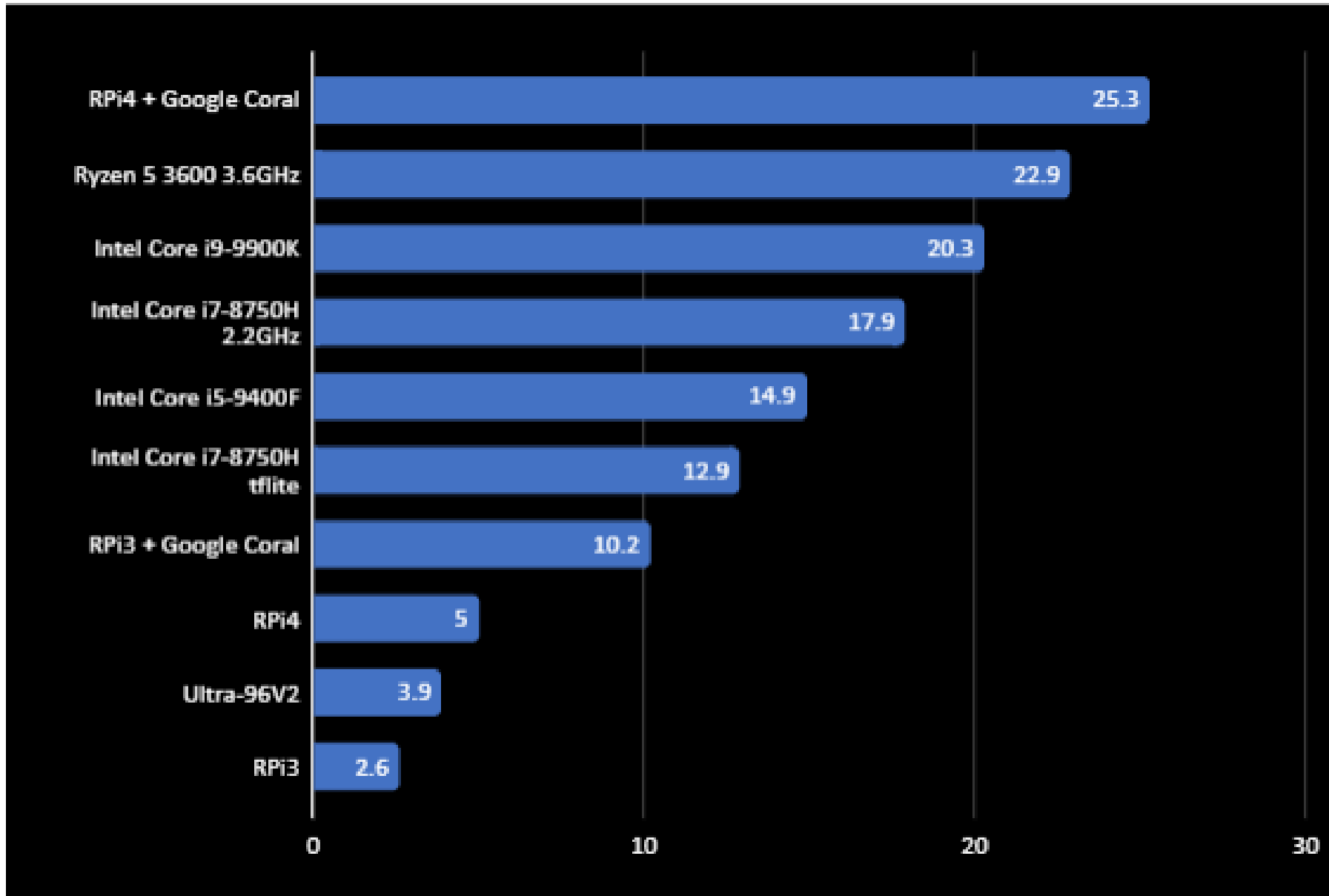
24/37



- Алгоритм нахождения человека на тренажере.
- Блок-схема на каждом шаге определяет в каком состоянии находится ч-к (спортсмен).



# Эксперименты с обработкой видео



- Обработка видео длиной 3 минуты на различных устройствах
- Обработка данных с использованием модели mobilessd-net
- Определение количества обрабатываемых кадров в секунду

# Задача 4

## Научная задача

1. Разработка комплекса программных средств для разработки сервисов ситуационной видеоаналитики в виде нескольких прототипов, проведение экспериментального исследования и апробации полученных результатов.

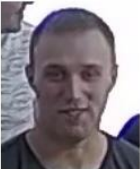

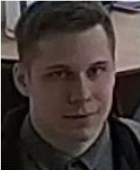

## Результат

- Позволяет автоматизировать различные процессы на предприятиях, в общественных местах, системах безопасности и умных городах с помощью алгоритмов видеоаналитики.

# Зад. 4. ПрК 1: Идентификация лиц и расп-ие СИЗов <sup>27/37</sup>

- Идентифицирует человека по лицу
- Выводит таблицу с сотрудниками с привязкой к ФИО, должности, дате и точности распознавания



	Никита Беседный Программист 0.5695447450428115	2021-04-05 12:22:19
	Артур Харковчук Программист 0.5483255587327243	2021-04-05 12:22:19
	Никита Баженов Программист 0.546736658902371	2021-04-05 12:22:19
	Никита Харзия Программист 0.5696113603796358	2021-04-05 12:22:19

# Зад. 4. ПрК 2: Распознавание человек. активности



- Определяет 4 состояния нахождения ч-ка у тренажера
- Для каждого из состояний считается кол-во повторений и общее время
- Имеется возможность подсчета кол-ва качков тренажера





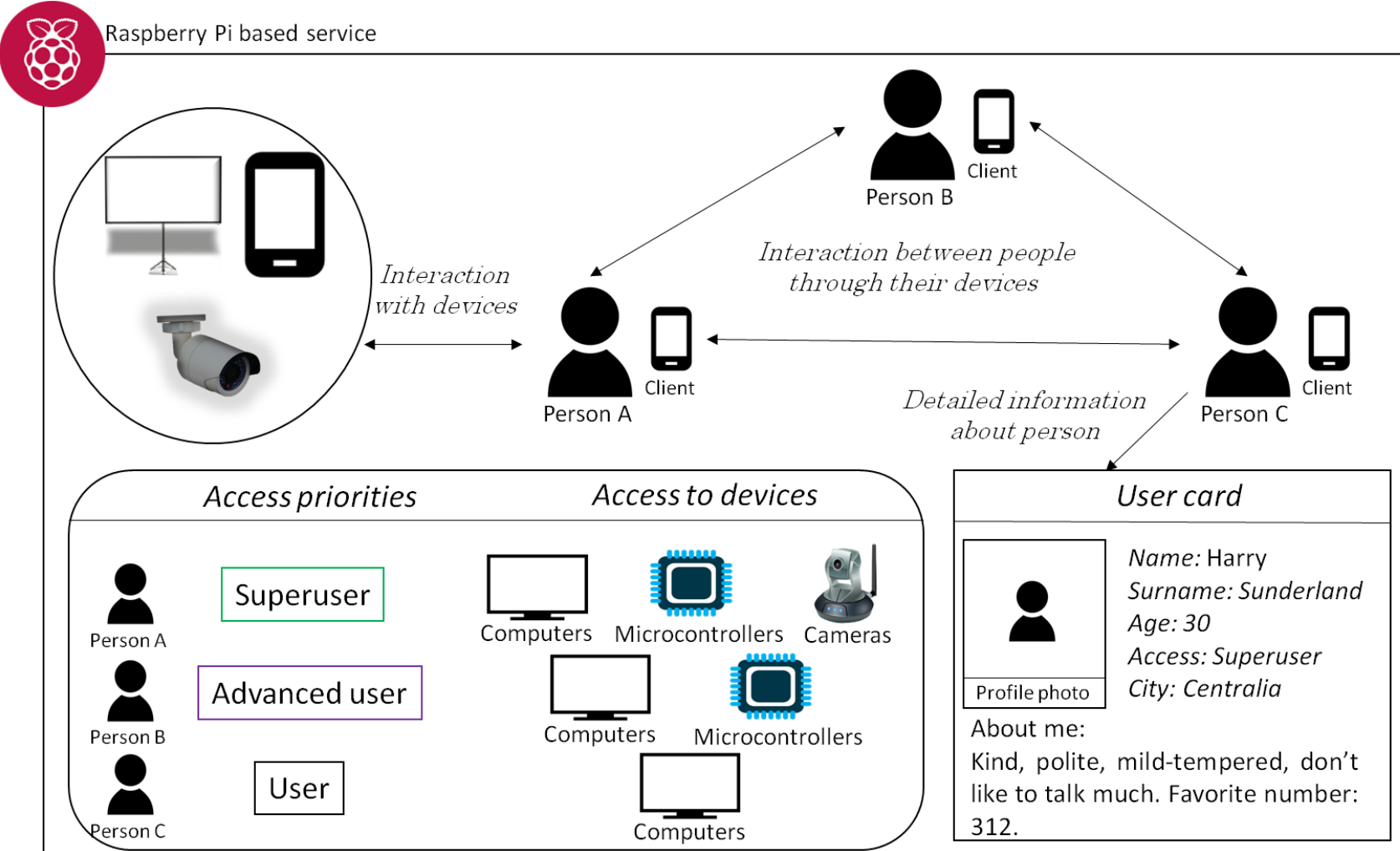


# Зад. 4. ПрК 4: Расп-ие опасных ситуаций и девиантного поведения человека



- Распознавание **опасных ситуаций**:
  - **Опасный человек (поведение, приметы).**
  - **Оставленные без присмотра предметы.**
  - **Упавший человек без движения.**

# Зад. 4. ПрК 5: Видеоаналитика в умных домах и городах

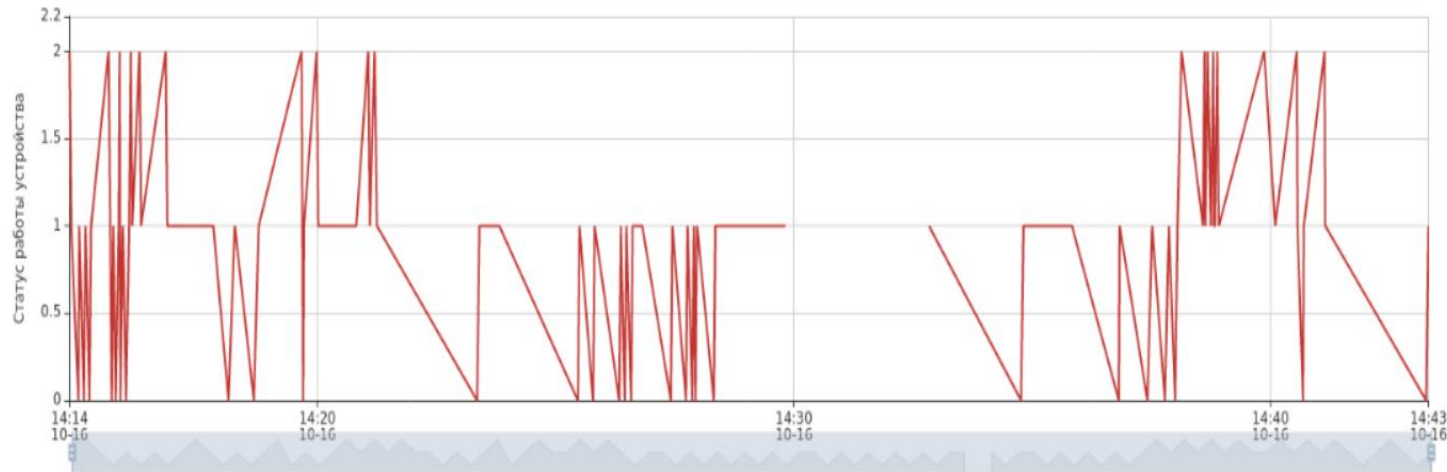


- **Интеграция с системой SmartRoom - поддержка совместной деятельности в лок. помещении**
- **Имеет различные уровни допуска до оборудования и цифровых сервисов для пользователей**

# Зад. 4. ПрК 6: Мониторинг производ. оборудования <sup>32/37</sup>

Оператор - Контроль | Статус работы узла оборудования

5 минут час 12 часов сутки



Оператор - Контроль

сегодня 7 дней 30 дней



100%

Оператор на месте



0%

Оператора нет

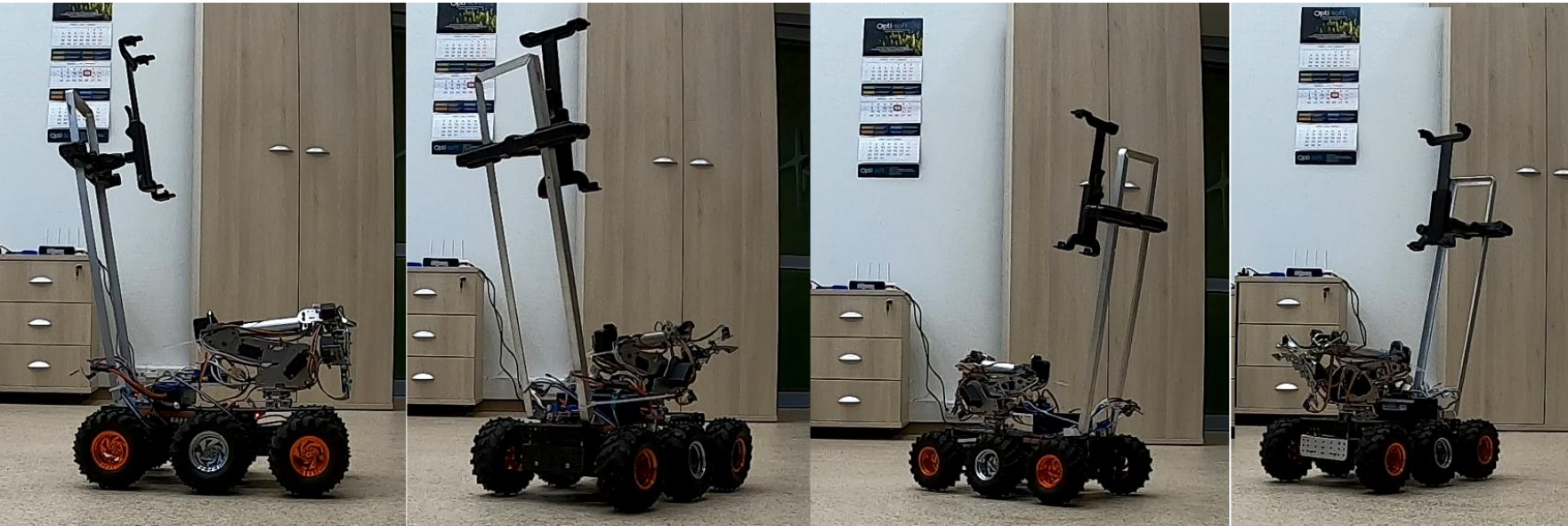


0%

Оператор в опасной зоне

- **Определяет наличие оператора в опасной области станка на основе данных с камеры и с датчиков**
- **Строит диаграмму со статусом работы сервиса**

# Зад. 4. ПрК 7: Расп-ие препятствий на моб. автоном. ТС

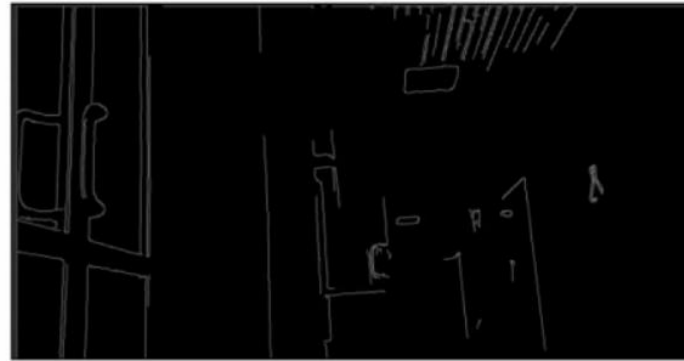


- Определяет наличие стен и дверей
- Определяет примерное расстояние до объектов

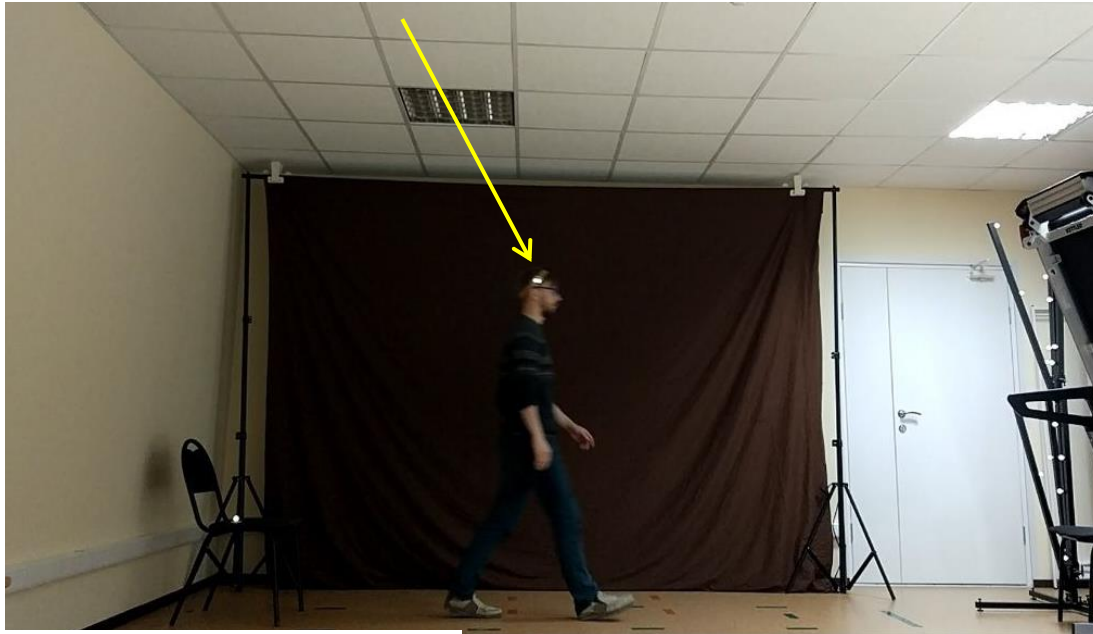
Original Image



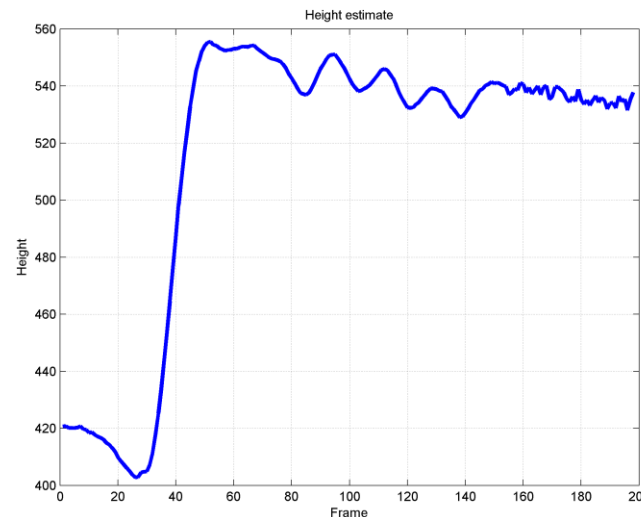
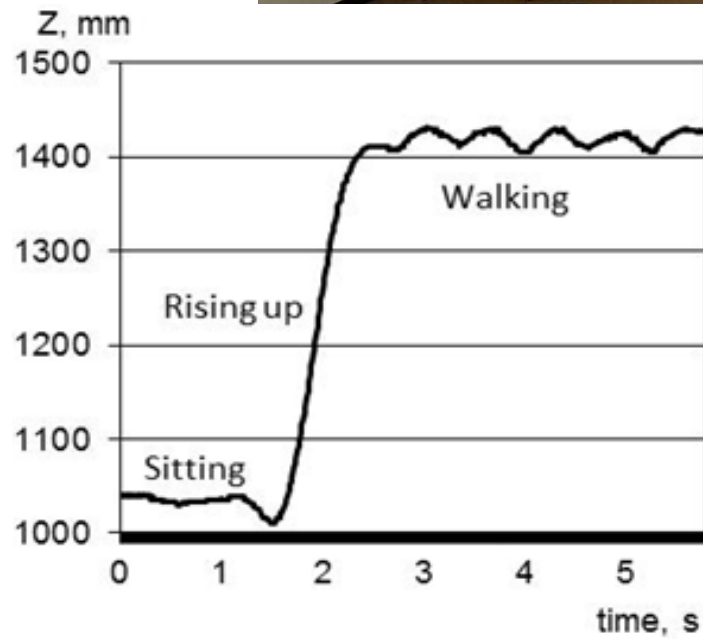
Edge Image



# Зад. 4. ПрК 8: Мониторинг состояния здоровья человека



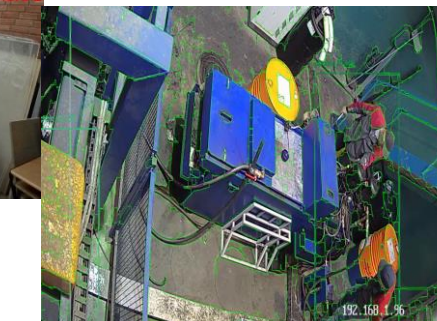
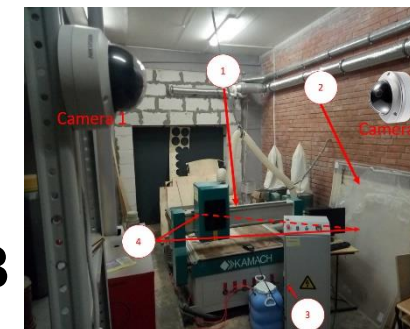
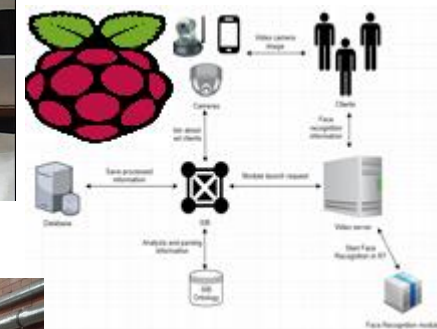
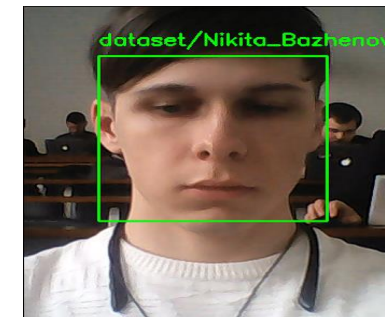
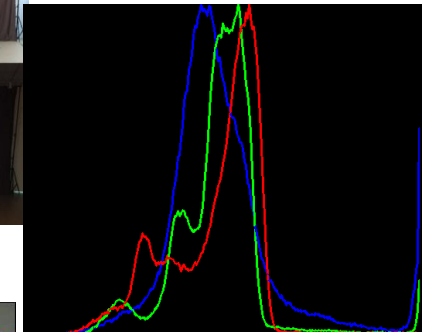
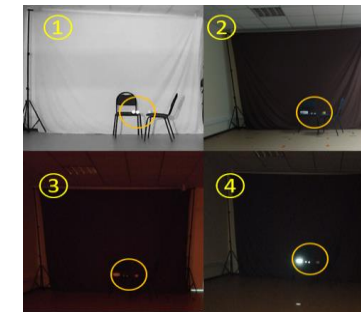
- Реализовано в виде цифрового медицинского сервиса mHealth
  - Позволяет отслеживать плавность походки человека в TUG-тесте
- Основано на распознавании светоотражающих маркеров на голове испытуемого





# Публикации и РИД, конференции

1. Опубликовано более 30 научных работ и приравненных к ним публикаций, из которых Scopus/Web of Science – 6.
2. Свидетельства о регистрации программ для ЭВМ и БД:
  1. Программный модуль распознавания присутствия человека для оперативного анализа в области видеонаблюдения
  2. AILook360 PZM
  3. База данных по оперативному наблюдению за человеком в области станка
3. Опыт реального внедрения разработанных продуктов:
  1. Идентификация лиц и СИЗ на площадку “Петрозаводскмаш”
  2. Р-ие походки человека на площадку Аквакультуры
  3. Видеоанализ загрузки тренажерных площадок “МВ Varbell” в ЦИИ и на набережной Онежского озера
  4. Интеллект. сбор и анализ д-х на площадку Varia



# Поддержка исследований

- **35-22** Разработка опытного образца системы видеоанализа загрузки тренажёрных площадок
- **310-22** Бионические методы сенсорики и окружающего интеллекта для реализации интернет-систем мониторинга жизнестойкости человека в условиях северных территорий (РНФ)
- **КГРК-23/01** (Грант Главы РК 2023): Разработка системы видеоаналитики опасных ситуаций для применения в общественных местах Республики Карелия
- 075-11-2019-088 Создание высокотехнологичного производства мобильных микропроцессорных вычислительных модулей по технологии SiP, PoP для интеллектуального сбора, анализа данных и взаимодействия с окружающими источниками
- Разработка системы видеоаналитики для отслеживания ношения касок и масок на ПЗМ

# Результаты работы

1. Сформирован **метод моделирования для создания сервисов** ситуационной видеоаналитики на основе анализа вычислительных возможностей аппаратуры и программных компонентов.
2. Реализована **событийно-ориентированная модель видеосервисов** с описанием функциональных ролей компонентов в отраслях ситуационной видеоаналитики.
3. Предложен **метод отслеживания простых и генерации сложных событий и явлений** на основе программно-аппаратной среды компонентов видеоаналитики в рамках пространственно-временной концепции Интернета вещей.
4. Реализован **комплекс программных средств** для разработки сервисов ситуационной видеоаналитики.