

**ОПИСАНИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ
ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА
ВСТРОЕННОЕ ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ
КАМЕР С МАШИНЫМ ЗРЕНИЕМ (IP-ВИДЕОКАМЕР)
«RUBECAM PRO»**

1. Введение

В данном документе описаны функциональные возможности искусственного интеллекта реализованного во встроенном ПО «Rubecam PRO»

Встроенное ПО «Rubecam PRO» поставляется как часть продукции «Камеры с машинным зрением RUBETEK линейки PRO».

Все разработанные модули видеоаналитики адаптированы для имплементации на нейронных процессорах камер с машинным зрением RUBETEK.

2. Распознавание государственных регистрационных знаков (ГРЗ) и спецтранспорта

При обнаружении транспортного средства система выполняет распознавание государственного номера (поддерживаются стандарты РФ, Беларуси, Казахстана и Армении), а также идентифицирует спецтранспорт (скорая помощь, полиция, пожарная служба) по наличию проблесковых маячков.

- **Модель детекции номеров, ТС и маячков:** Используется архитектура **YoloV5s**. Модель предсказывает координаты верхнего левого угла объектов, их ширину и высоту.

Обучение: датасет собран из открытых источников и дополнен изображениями с тестовых объектов, а также данными, собранными в ходе натурных испытаний.

- **Модель детекции ключевых точек номера:** Используется архитектура **MobileNetV2**. Особенность решения: модель классификационного типа решает задачу регрессии, предсказывая 8 координат (4 угла) в относительном виде для последующего выравнивания номера.

Обучение: модель обучалась на расширенных областях (ROI), содержащих номерные знаки.

- **Модель классификации типа номера:** Архитектура **MobileNetV2** (задача классификации). Определяет принадлежность номера к стране и его категорию (например, «Россия, гражданский», «Россия, военный» и т.д.)

Обучение: проводилось на вырезанных и выровненных (по ключевым точкам) изображениях номеров.

- **OCR-модель распознавания символов номера:** Используется архитектура **LPRNet**. Для каждой поддерживаемой страны обучена отдельная модель. *Обучение:* применяется подход CTC-Loss для обработки последовательностей символов без сегментации. Обучение выполнено на вырезанных и выровненных номерных знаках.

- **Модель распознавания спецтранспорта:** Архитектура **MobileNetV2** (стандартная задача многоклассовой классификации: «скорая», «полиция», «пожарные»). *Обучение:* проводилось на данных, собранных из открытых источников и дополненных изображениями с реальных объектов.

- **Модель антиспуфинга (Liveness Detection):** Архитектура — **MiniFASNet / MultiFTNet**. **Ключевая особенность подхода:** в отличие от стандартных классификаторов, работающих только с RGB-каналами, в процессе обучения используется **анализ спектра Фурье** входного изображения. Это позволяет модели целенаправленно учитывать высокочастотные составляющие (резкость границ, структуру бликов, микротекстуру поверхности), которые у реальных объёмных объектов и плоских спуф-носителей принципиально различаются. Спектральный канал добавляет чувствительность к артефактам печати, пиксельной сетке экранов и аномалиям отражения света, что делает стандартный подход чистой RGB-классификации недостаточно надёжным для защиты от подделок.

Обучение: проводилось исключительно на собственных данных, собранных вручную: фотографии ТС и номеров на улицах в различных погодных условиях (солнце, дождь, сумерки), сделанные на разные устройства, а также с использованием данных, полученных при тестировании и анализе ошибок с работающими объектами. В датасет целенаправленно включены как реальные объекты, так и множество вариаций спуф-атак для обучения детектированию спектральных аномалий.

3. Обнаружение транспортных средств

Система детектирует транспортные средства (легковые автомобили и мотоциклы) в зоне проезда. Полученные события детекций используются для организации проезда на охраняемую территорию.

- **Модель детекции ТС:** Используется архитектура YoloV5s. Модель предсказывает верхний левый угол объекта, его ширину и высоту.

Обучение: Модель обучена на датасете, собранном из открытых источников, с последующей дообучением (fine-tuning) на изображениях с реальных объектов (конкретных въездных групп).

- **Инженерная надстройка:** Принятие финального решения об открытии выполняется на основе кастомного алгоритма, анализирующего стабильность трека и направление движения объекта, что исключает ложные срабатывания (в т.ч. на пешеходов) и предотвращает повторные срабатывания при уже открытом шлагбауме.

4. Трекинг людей и аналитика поведения

Отслеживание перемещения людей в кадре. Является базовой надстройкой для решения прикладных задач: подсчет пересечения линий, контроль нахождения в зонах различных категорий, построение тепловых карт активности.

- **Модель детекции людей:** используется архитектура YoloV5s. Модель предсказывает верхний левый угол ограничивающего прямоугольника, его ширину и высоту.

Обучение: обучение проводилось на комбинированном датасете (открытые источники + собственные размеченные данные с объектов), что обеспечило устойчивость к различным ракурсам и освещению.

- **Алгоритм трекинга:** Поверх детектора развернут классический трекер на основе **Венгерского алгоритма** (решение задачи назначения) и **фильтра Калмана** (прогнозирование состояния). Это позволяет сохранять уникальные идентификаторы объектов при их взаимодействии и перекрытии в кадре, а также сглаживать траектории движения.

5. Определение возгораний

Мониторинг территории на предмет появления признаков пожара. При детектировании открытого огня и/или дыма система формирует предупредительное уведомление оператору.

- **Модель детекции огня и дыма:** используется архитектура **YoloV5m** (модификация Medium для лучшего распознавания абстрактных и размытых объектов, таких как дым). Модель предсказывает координаты и размеры областей возгорания.

Обучение: датасет собран из открытых репозиториях и значительно расширен изображениями, полученными в ходе проведения тестовых запусков и полевых испытаний (различные типы горючих материалов, условия задымления).

- **Постобработка:** Для снижения числа ложных срабатываний применяется кастомный алгоритм динамической проверки: детект засчитывается только при устойчивом росте площади области огня/дыма и изменении спектральных характеристик в течение заданного временного окна (N кадров). Это отсекает кратковременные помехи (блики от фар, солнечные зайчики, пар от труб).