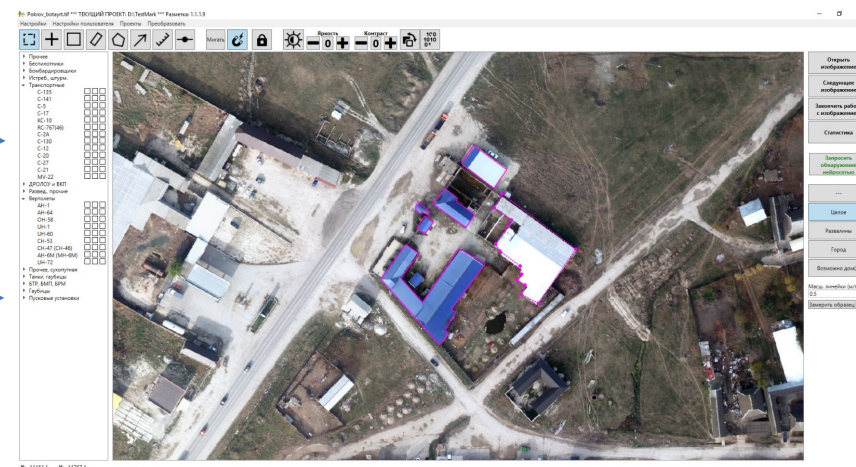
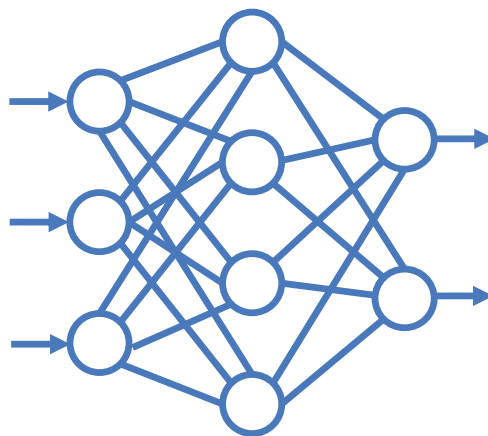


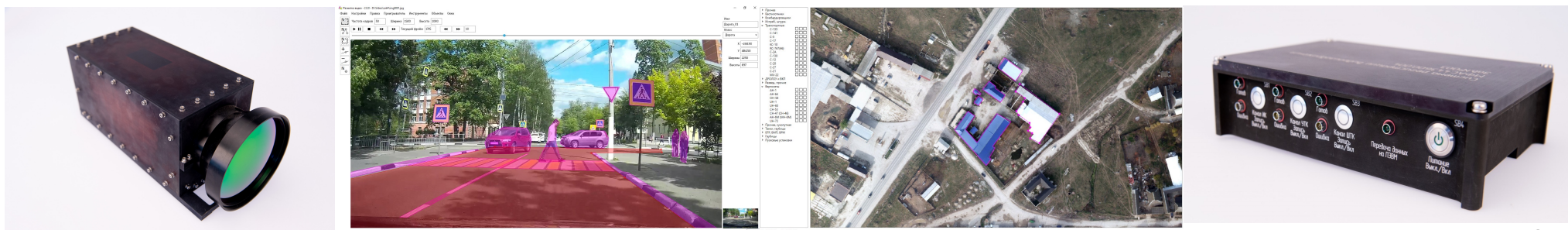
Интеллектуальный анализ окружающей обстановки

Разработка всего тракта системы технического зрения: от алгоритмов до аппаратуры



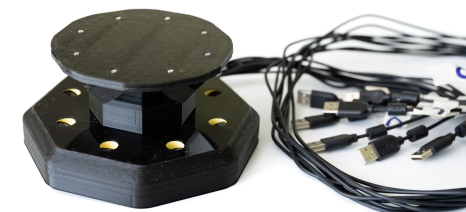
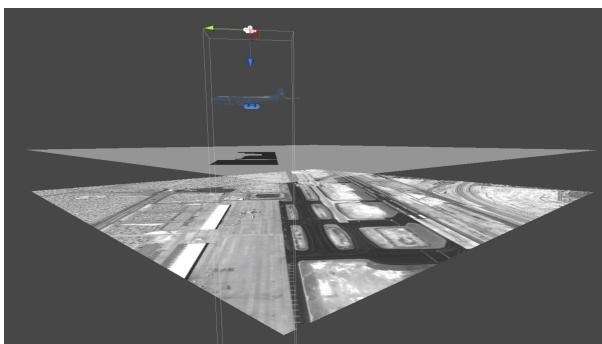
Разработка всего тракта системы технического зрения: от алгоритмов до аппаратуры

1. ИИ решения анализа подстилающей поверхности (в т.ч. инфраструктура). Обучение без выборки.
2. Беспилотные робототехнические комплексы (РТК)
3. Сенсоры для систем технического зрения (СТЗ)
4. Системы обработки, передачи и хранения данных для задач СТЗ и управления РТК
5. ПАК мониторинга окружающей среды

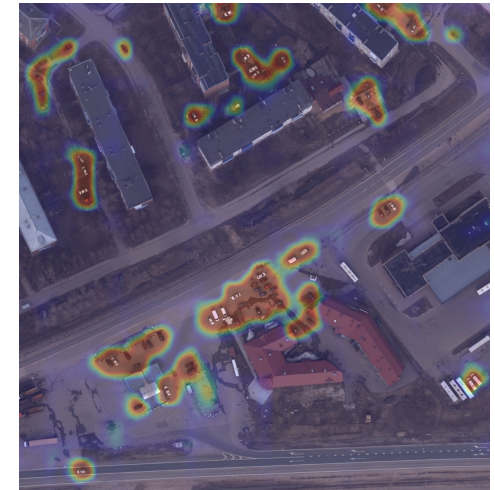


Достижения коллектива

- ✓ Успешная разработка и поставка опытных образцов интеллектуальных ОЭС в перспективные образцы техники
- ✓ Победа в 2 конкурсах ФПИ на лучшее решение в области дешифрирования аэрокосмической информации
- ✓ Уникальные нейросетевые архитектуры и их аппаратная реализация в ПЛИС, обеспечивающие высокое качество классификации, сопоставимое и превышающее человека-оператора
- ✓ Успешная сдача работы ФПИ по тематике дешифрирования аэрокосмической информации, старт новой работы по данной тематике Разработка ОЭС для беспилотного автомобиля МФТИ
- ✓ Продвинутое авторские симуляторы ОЭС и окружающей обстановки

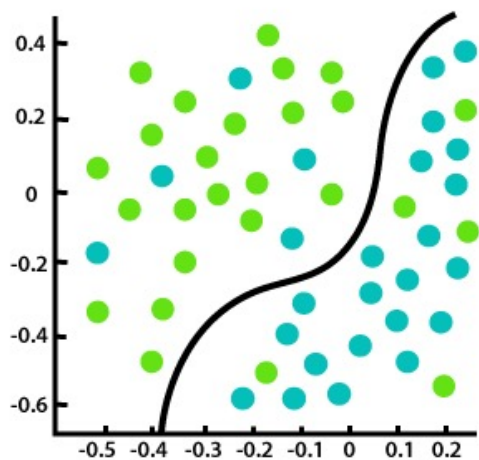


- ✓ Камеры видимого, MWIR и LWIR диапазонов
- ✓ Автоматическое детектирование (селекция), локализация, классификация объектов
- ✓ Сопровождение объектов (в том числе в многоспектральных системах)
- ✓ Аппаратура (специализированные вычислители) для систем технического зрения реального времени (в том числе ИНС)
- ✓ Автоматизированная разработка нейросетевых алгоритмов
- ✓ Синтезированное зрение-комплексирование изображений различных спектральных диапазонов, построение панорамных изображений
- ✓ Оценка ego-motion, стабилизация изображения
- ✓ Многоканальные системы регистрации видеоизображения
- ✓ Сжатие и передача HD видео по радиоканалу (90Мбит/с)
- ✓ СПО предсказательного моделирования различных изделий
- ✓ Интеллектуальный комплекс анализа биений



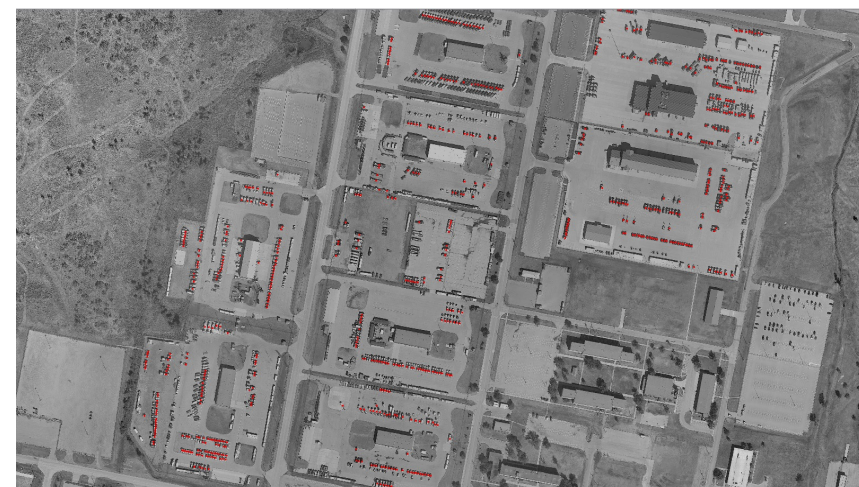
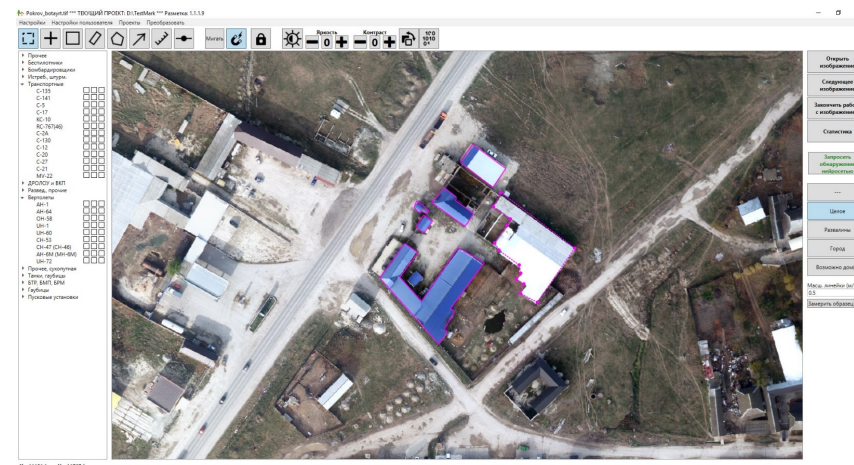
СУЩЕСТВУЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ

- Методы глубокого обучения показывают наилучший результат
- В ряде задач – результат превысил значения оператора человека
- Обучение по прецедентам: требуется накопление колоссальных объемов размеченных экспертом изображений каждого типа объекта, подлежащего обнаружению

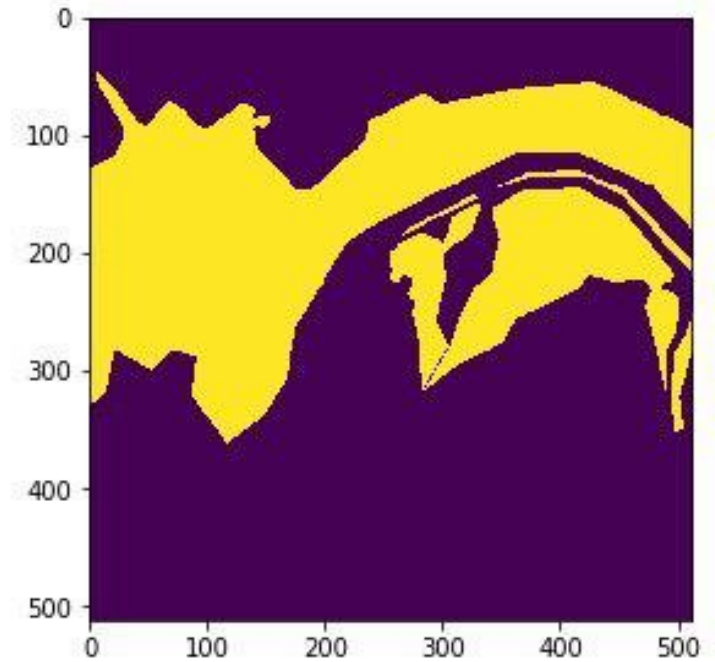
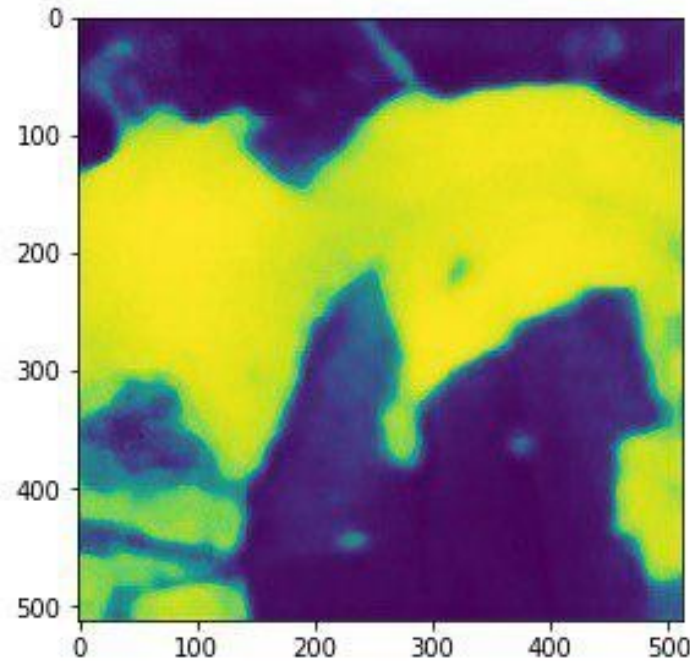
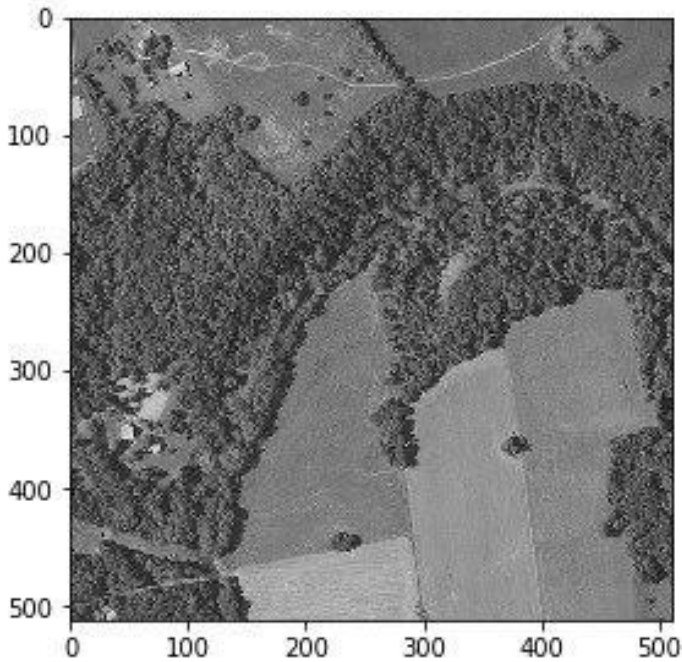


1. Анализ подстилающей поверхности

- ✓ Системы анализа аэрокосмических снимков (распознавание ландшафтов, объектов интереса)
- ✓ Системы разметки фотоизображений
- ✓ Системы разметки видеоданных
- ✓ Нейросетевые алгоритмы для решения задач СТЗ
 - ✓ Программно-аппаратный комплекс, обрабатывающий информацию от сенсоров (в видимом, инфракрасном, радиолокационном и проч. диапазонах) для решения следующих задач управления беспилотным роботом
 - ✓ Программно-аппаратный комплекс дешифрирования аэрокосмической информации в видимом, инфракрасном и радиолокационном диапазонах длин волн с качеством, максимально приближенным к качеству человека-оператора включает
- ✓ Фотореалистичные симуляторы



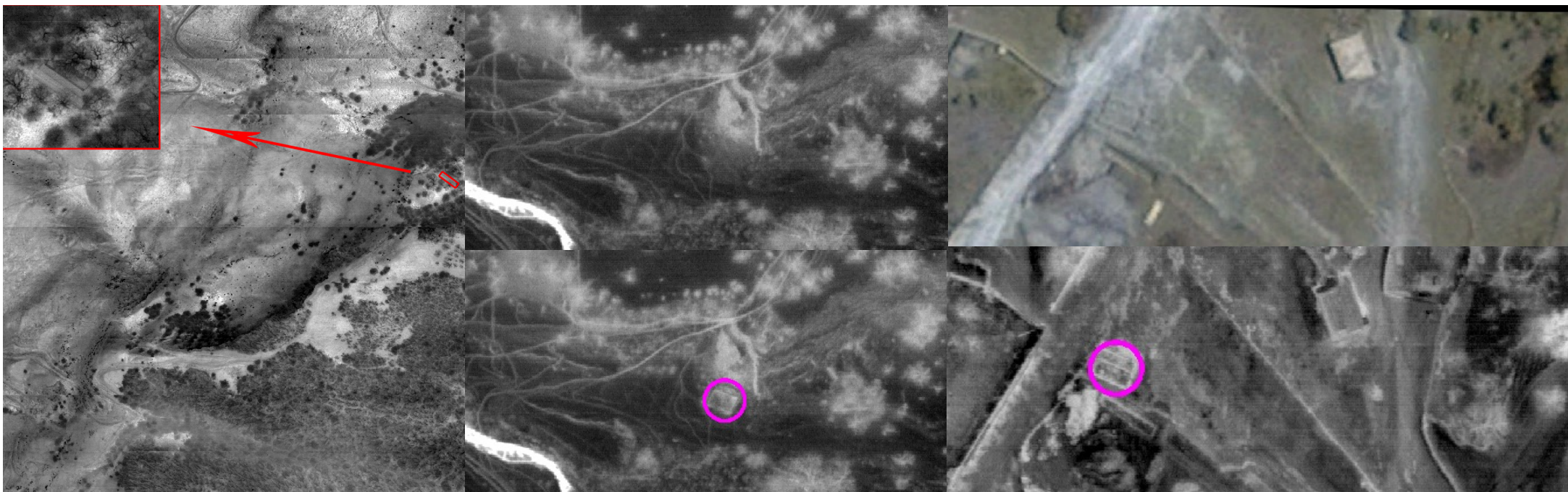
1. Автоматическая сегментация местности



- ✓ Сегментация типа местности «дорога-лес»
- ✓ Обработка аэрофотоснимка на нескольких масштабах для эффективного использования контекста
- ✓ Качество результата превосходит качество обучающей выборки!

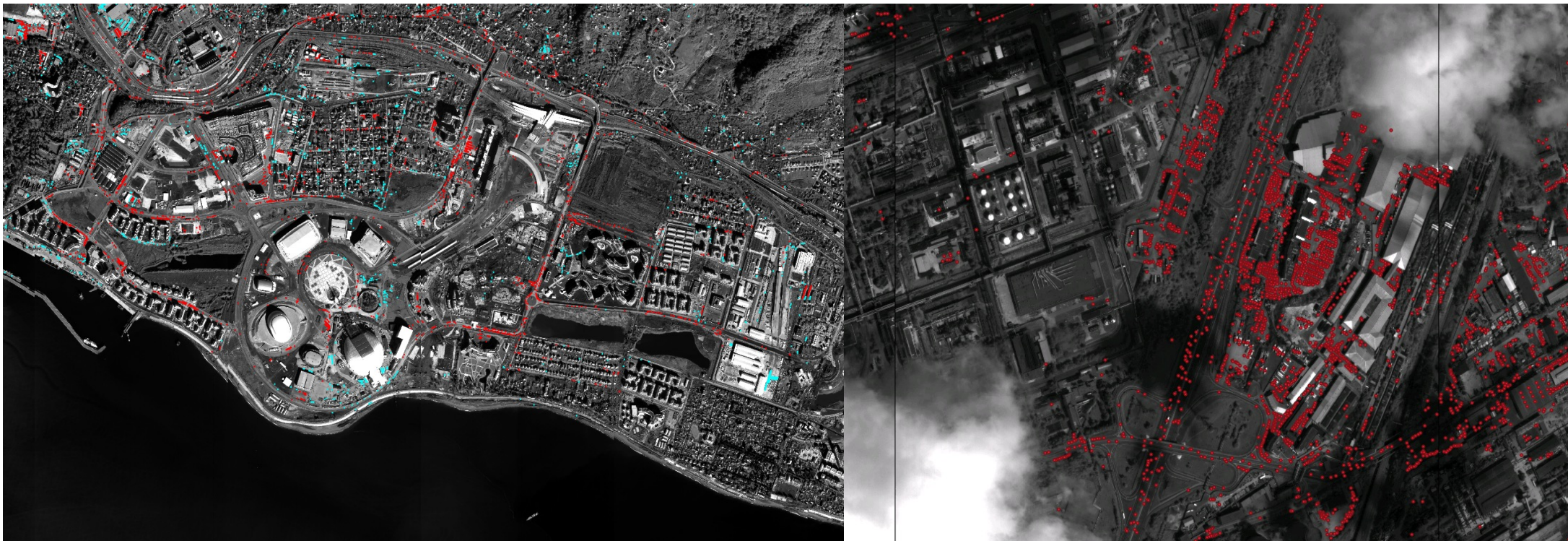
1. Обнаружение скрытых объектов

- ✓ Обработка аэрофотоснимков видимого и инфракрасного диапазонов с целью обнаружения, локализации и классификации строений вне населенных пунктов
- ✓ Сопоставление объектов на снимках, произведенных в разное время, выявление «скрытых» объектов
- ✓ Сопоставление объектов на снимках различных спектральных диапазонов, выявление «скрытых» объектов.



1. Обнаружение и локализация объектов

- ✓ Использована техника Transfer learning - веса энкодера предобучены на большом датасете с последующим дообучением на меньшем наборе под целевую задачу
- ✓ Хорошее качество детектирования даже для мелких объектов
- ✓ Достигнута скорость обработки 1.2Мп/с



1. Нейросетевые решения. Автоматическая разметка

Программа разметки изображений с нейросетевой подпрограммой помощи оператору

Даже слабо обученная нейросеть может ускорить работу оператора в 3-5 раз - исправлять ошибки значительно проще

- ✓ Система полуавтоматической разметки фото- и видео- данных для формирования обучающей выборки
- ✓ Фотореалистичный симулятор видимого и ИК диапазонов для пополнения обучающей выборки
- ✓ Автоматизированная система обучения и испытания нейросетевых алгоритмов



DJI M300 RTK + Zenmuse XT2:

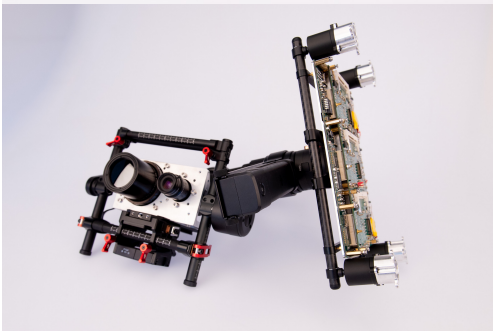
- два спектральных канала LWIR+видимый
- поддержка сохранения сырых (RAW) данных
- радиометрический режим
- поддержка GNSS, RTK

Нет синхронизации каналов ☹



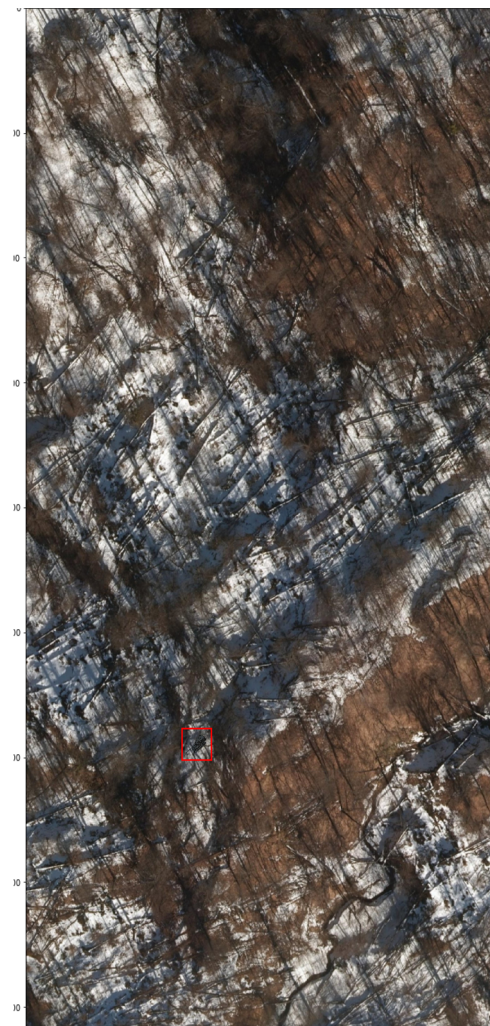
Наша разработка:

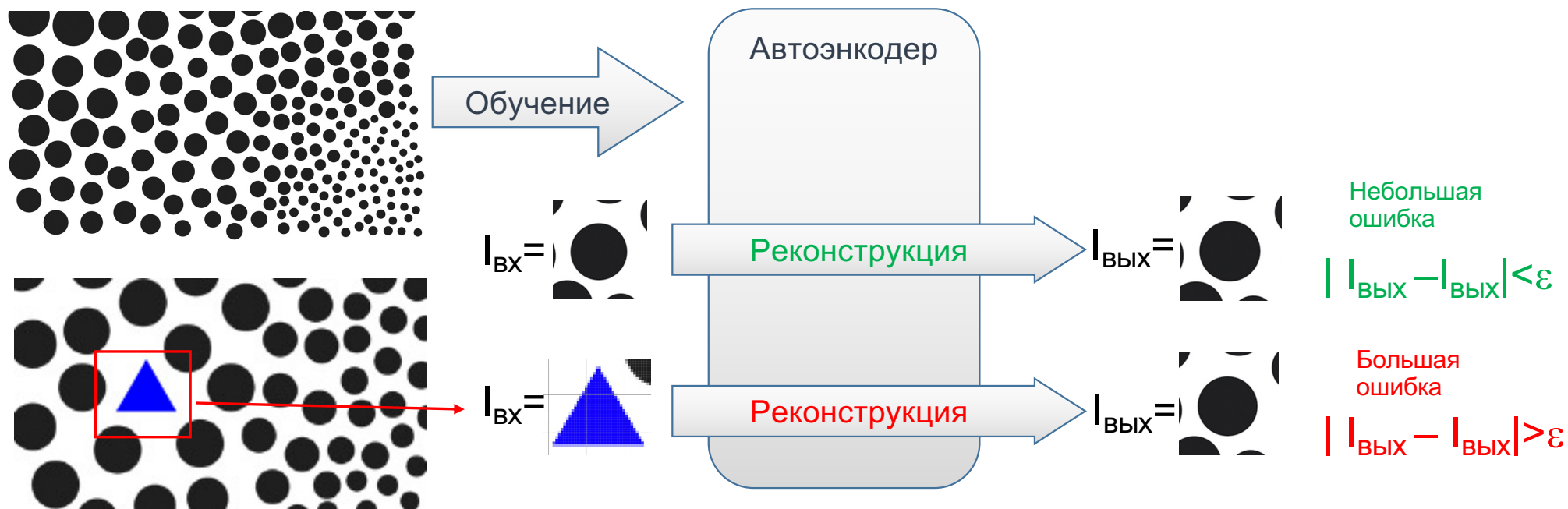
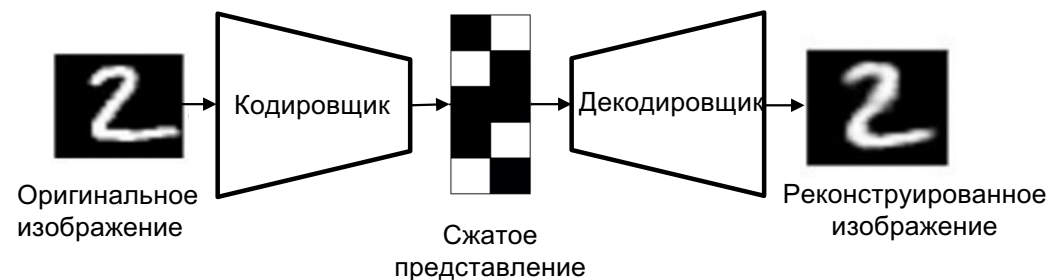
- 3 идентичных входных канала приема видеосигнала CameraLink Base
- Разрешение кадра, число бит на пиксель, способ их упаковки настраивается по-канально
- Регистрируемый поток до 280МБайт/с на каждый канал
- Доступ к настройкам и записанным видеофайлам через веб-браузер
- Программное обеспечение для просмотра и конвертации видео для ОС Windows и Linux
- Синхронизация каналов



Проблема: нет данных для применения стандартных методов технического зрения.

Предлагаемое решение: решение от противного – выявление аномалий



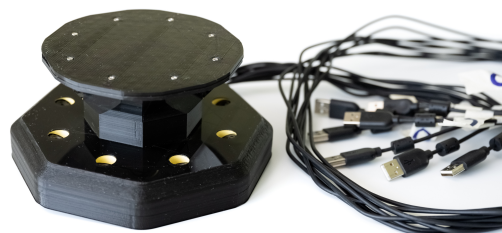


Большая ошибка реконструкции => аномалия!

2. Беспилотные робототехнические комплексы

Разведывательно-аналитический комплекс «АВТОПОЛ»

- ✓ Подсистема воздушного мониторинга представляет собой беспилотный летательный аппарат, оснащенный оптико-электронными и тепловизионными системами наблюдения
- ✓ Подсистема наземного мониторинга представляет собой автомобиль с системой автоматического управления, оснащенный оптико-электронными, тепловизионными и радиолокационными системами наблюдения
- ✓ Пункт командного управления обеспечивает интеграцию подсистем в единый комплекс и предназначен для сбора, анализа и визуализации воздушной и наземной обстановки





Цель НИР: создание алгоритмов ИИ и аппаратуры для наземного робототехнического комплекса способного **ПОЛНОСТЬЮ** автономно выполнять тактические маневры как в одиночку, так и в группе в составе тактического звена.

Комплекс обеспечивает:

- построение цифровой трехмерной карты местности, автономную навигацию в том числе в условиях недоступности сигналов спутниковой навигационной системы,
- обнаружение, классификацию, селекцию объектов интереса.
- Эффективное взаимодействие внутри группы роботов для решения общей тактической задачи.

Наземный автономный разведывательный комплекс



Сенсоры:

6 стереопар видимого диапазона

6 стереопар ИК диапазона (на микроболометрах)

3 радара Е-диапазона

GNSS+IMU

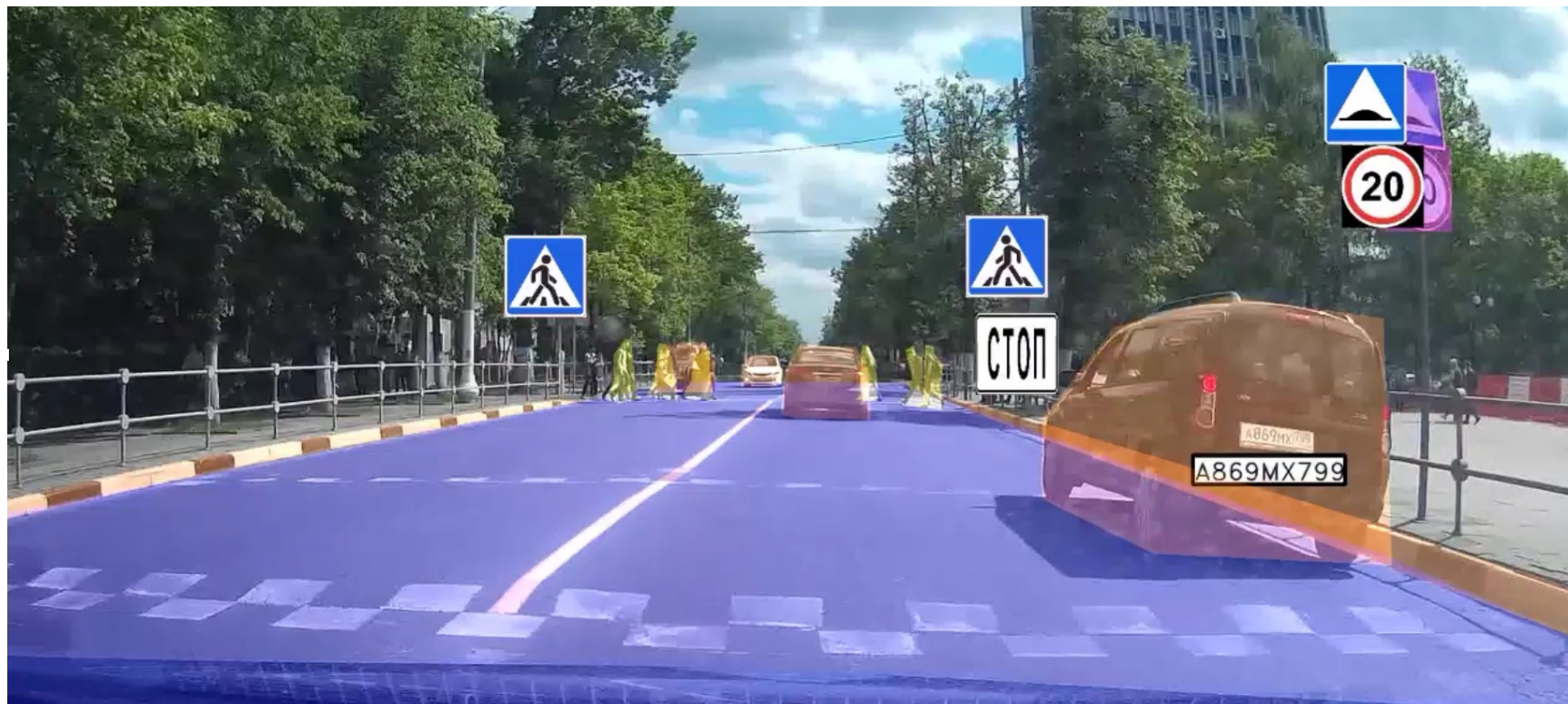
Опционально 6 двухспектр. сборок для верхней полусферы

Датчики угла поворота колес

Связь:

2 радиоканала (командный и видеоданные)

2. Беспилотные робототехнические комплексы



- ✓ Работа будет осуществляться без лидара. Лидар используется на тестовом автомобиле для отладки алгоритма
- ✓ Возможность пилотирования без спутниковой навигации, ориентируясь только по входящей визуальной информации
- ✓ Коллектив обладает компетенциями в разработке всего тракта систем компьютерного зрения, ввиду чего могут быть использованы камеры и служебная аппаратура собственной разработки, оптимизированные непосредственно под решение задачи автоматического пилотирования.

Командный пункт управления РТК





Разведанные цели

Toyota Hilux 1
55.929455, 37.519335

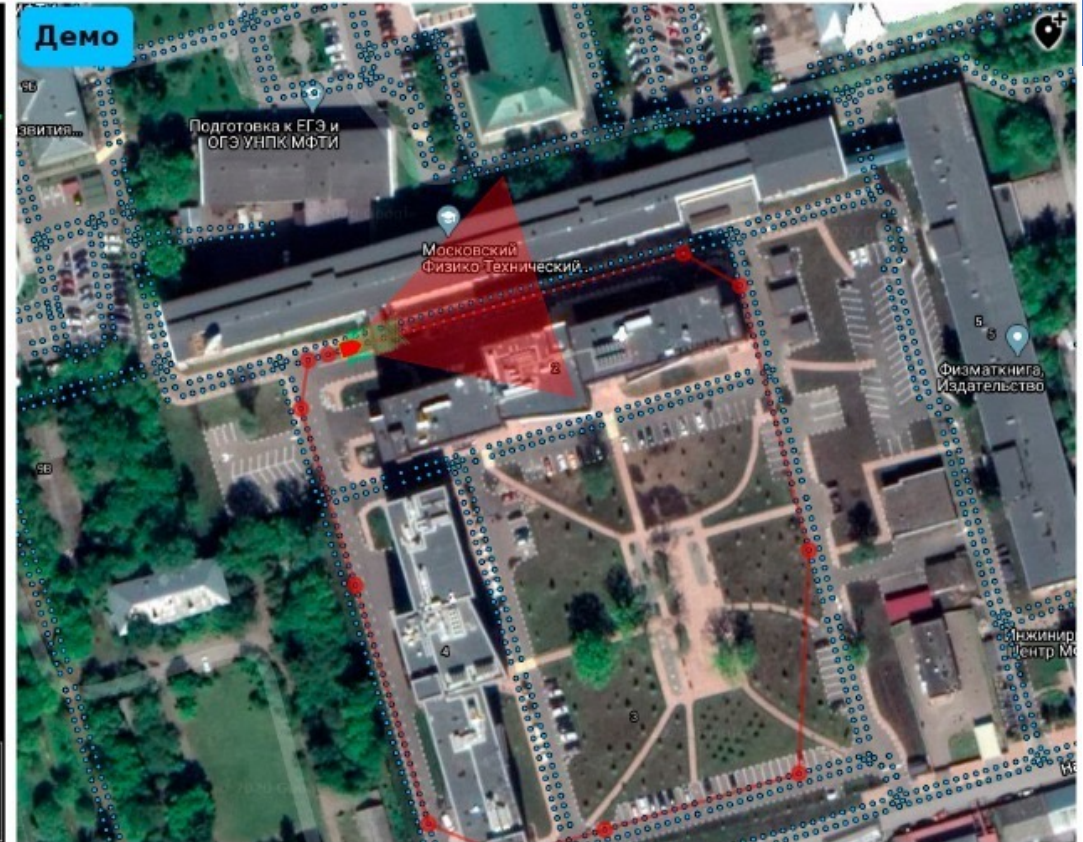
Toyota Hilux 2
55.929445, 37.519341

Toyota Hilux 3
55.929466, 37.519409

Робот 2
55.750206, 37.625710

Робот 3
55.750870, 37.625149

Робот 1
55.929169, 37.517619



Список роботов

Управление автомобилем

0% / 0 Тормоз Газ



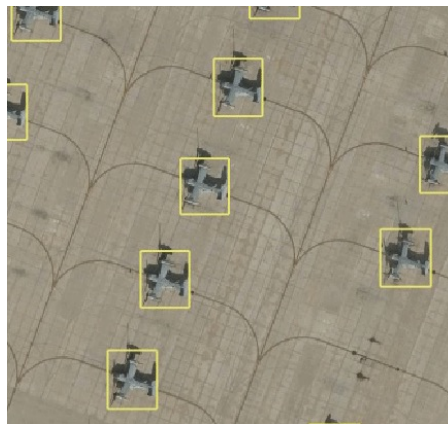
Круиз-контроль: отключен Включить

1. Нейросетевые решения. Фотореалистичный симулятор

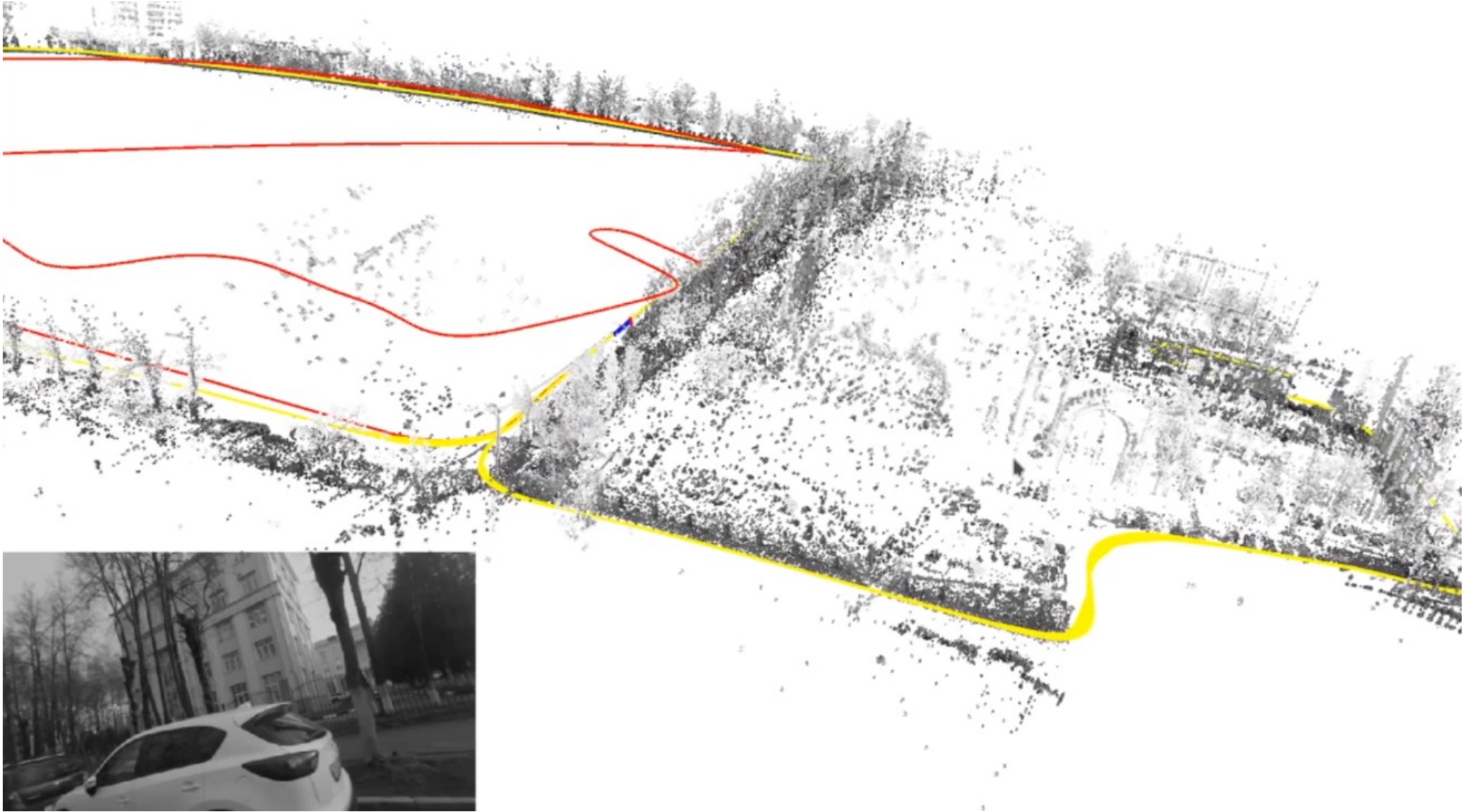


Симулятор видимого и инфракрасного диапазонов для:

- ✓ отработки алгоритмов (в том числе software-in-the-loop и hardware-in-the-loop)
- ✓ пополнения обучающей выборки нейросетевых алгоритмов

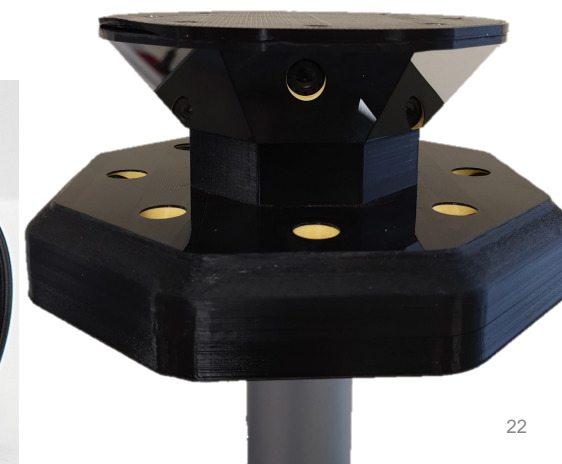
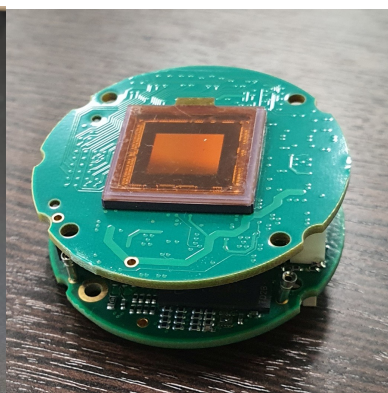
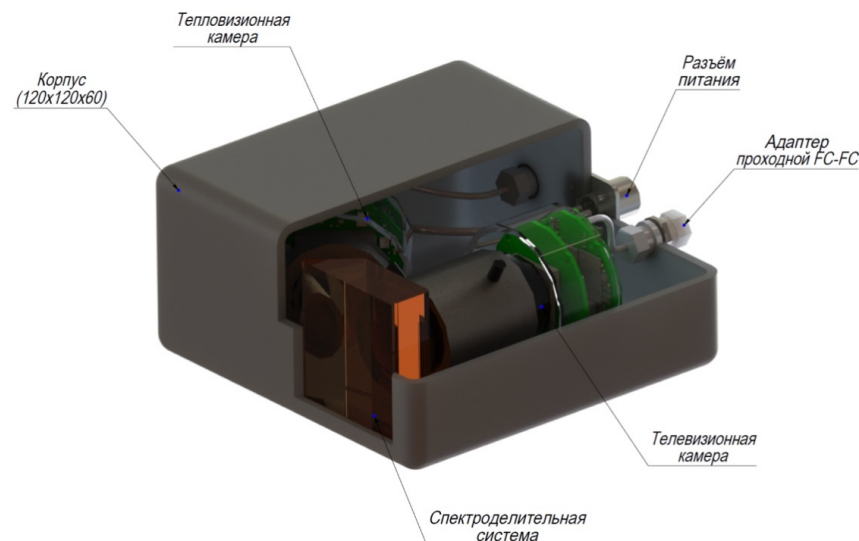


Позволяет существенно сократить объемы реальных данных для обучения



3. Сенсоры для систем технического зрения

- ✓ Телевизионные камеры (цветные и монохромные) с высокими чувствительностью и динамическим диапазоном
- ✓ ТПВ камеры с охлаждаемым приемником InSb (3 мкм – 5 мкм)
- ✓ ТПВ камера с неохлаждаемым приемником (8 мкм -14 мкм)
- ✓ Всенаправленные камеры и сборки камер для постро панорамного изображения высокого разрешения
- ✓ Мультиспектральные системы
- ✓ 3Д камеры: ToF и стереокамеры



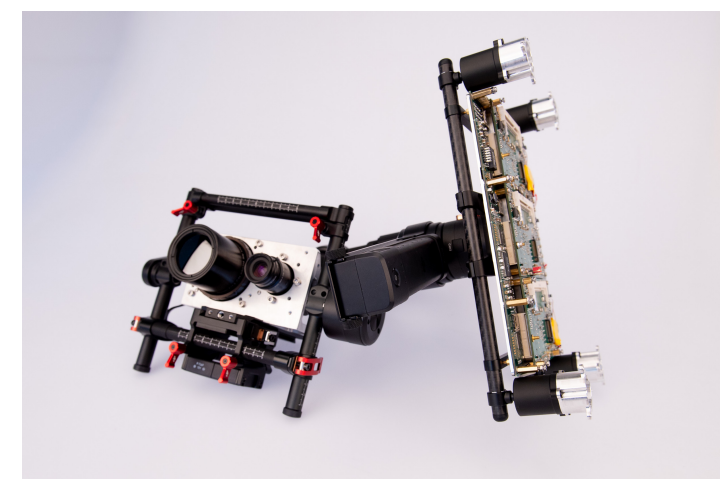
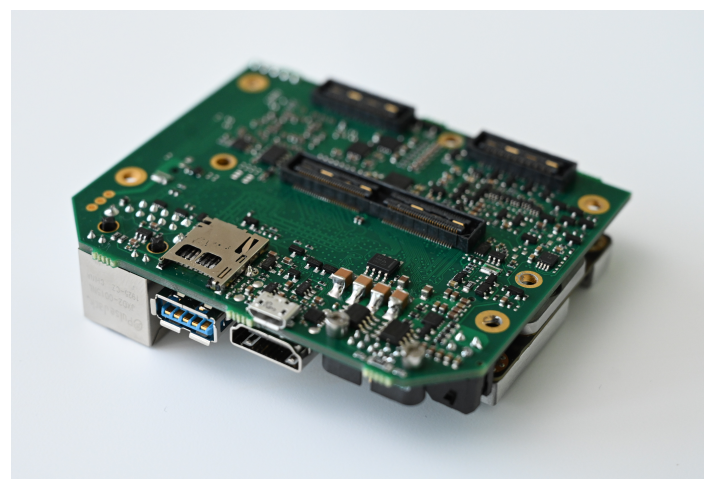
3. Сенсоры для систем технического зрения

- ✓ Разработка IP ядер для ПЛИС (FPGA) для обработки видеосигналов и изображений: от низкоуровневой обработки сырых данных сенсора до распознавания образов:
 - ✓ Шумоподавление, маскирование битых пикселей
 - ✓ Современные алгоритмы дебайеризации
 - ✓ Алгоритмы сжатия динамического диапазона и повышения детальности изображения
 - ✓ Алгоритмы сжатия изображения и видеопотока с низкой латентностью
- ✓ Реализация алгоритмов технического зрения в аппаратуре комплексов реального времени:
 - ✓ Поиск, классификация, подсчет объектов интереса
 - ✓ Слежение за объектом (сопровождение)
 - ✓ Семантическая сегментация сцены

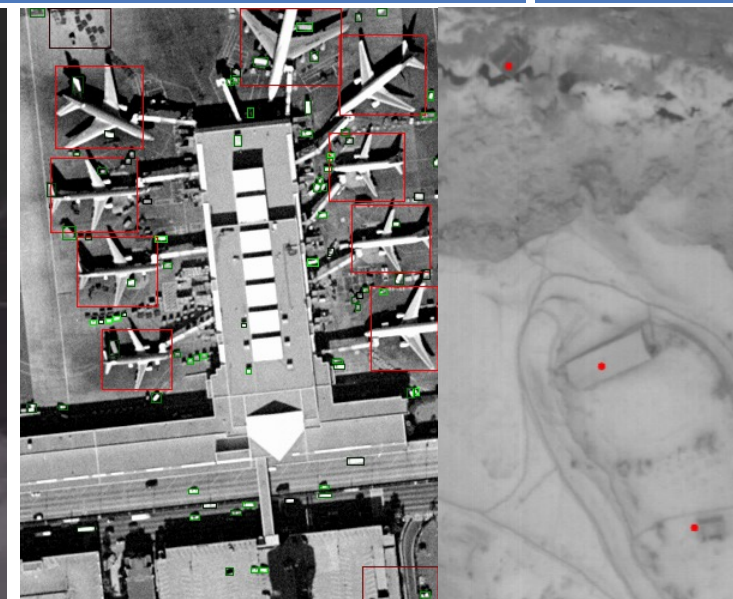


4. Системы обработки, передачи и хранения данных

- ✓ Системы на модуле на базе Zynq 7000
- ✓ Миниатюрные вычислители на базе NVidia Jetson TX1/TX2/Xavier
- ✓ Готовые решения для сбора, обработки, хранения и передачи видеоданных с различных сенсоров
 - ✓ Многоканальный регистратор видеосигналов CL/Eth с функций сжатия сигнала без потерь
 - ✓ Радиоканал передачи видеосигнала высокого разрешения с низкой латентностью
 - ✓ Промышленный модем



4. Системы обработки, передачи и хранения данных



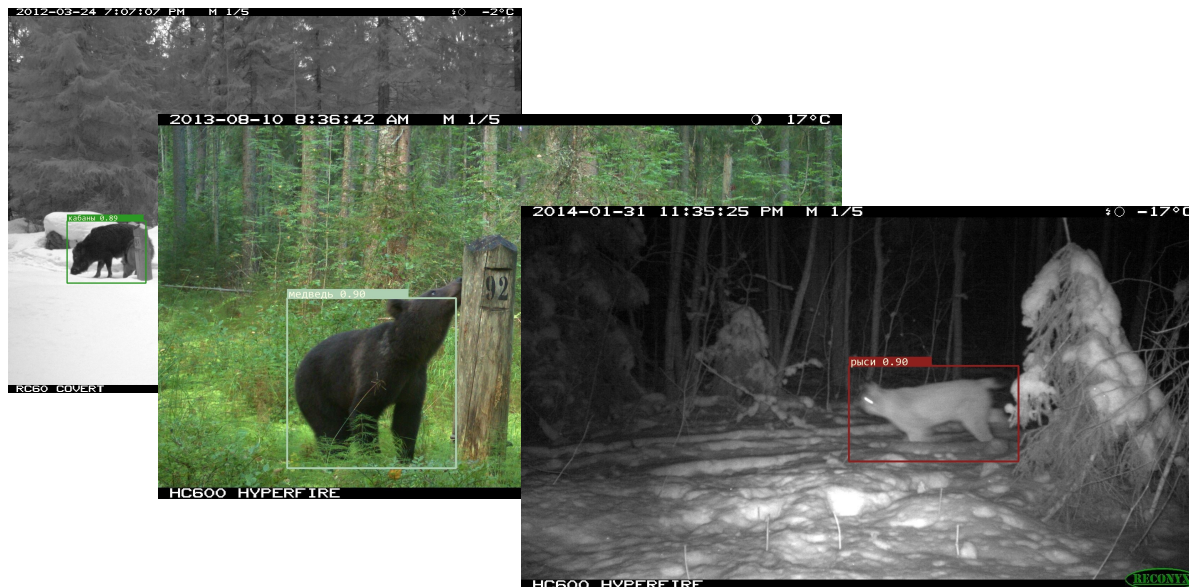
Пример поиска и классификации объектов в режиме реального времени на вычислителе с потреблением **10 Вт**, габариты **50 мм x 87 мм**



5. Программно-аппаратный комплекс мониторинга состояния окружающей среды на ООПТ

Обработка данных фото-видео изображений фотоловушек

- ✓ отбраковка «пустых» сцен, не содержащих животного
- ✓ определения классификации вида животного до типа ;
- ✓ идентификация особей видов животных, обладающих выраженными индивидуальными признаками (тигр, леопард, рысь) ;
- ✓ идентификация транспортных средств;
- ✓ идентификация фигуры человека



Обработка данных ДЗЗ

- ✓ детектирование на снимках аномалий пространственно-временных данных с целью оценки пожарной опасности и вероятности наличия возгорания на территории ООПТ и прилегающей территории;
- ✓ выявление выраженных на снимках аномалий, которые могут быть следствием изменений природной обстановки (рубки, застройка, загрязнение атмосферы и водоемов и т.д.) на территории ООПТ;
- ✓ обнаружение на снимках фактов несанкционированного проникновения на территорию ООПТ, как аномалий в виде включая выявление транспортных средств, групп людей

Анализ распределения парниковых газов

5. Программно-аппаратный комплекс мониторинга состояния окружающей среды на ООПТ

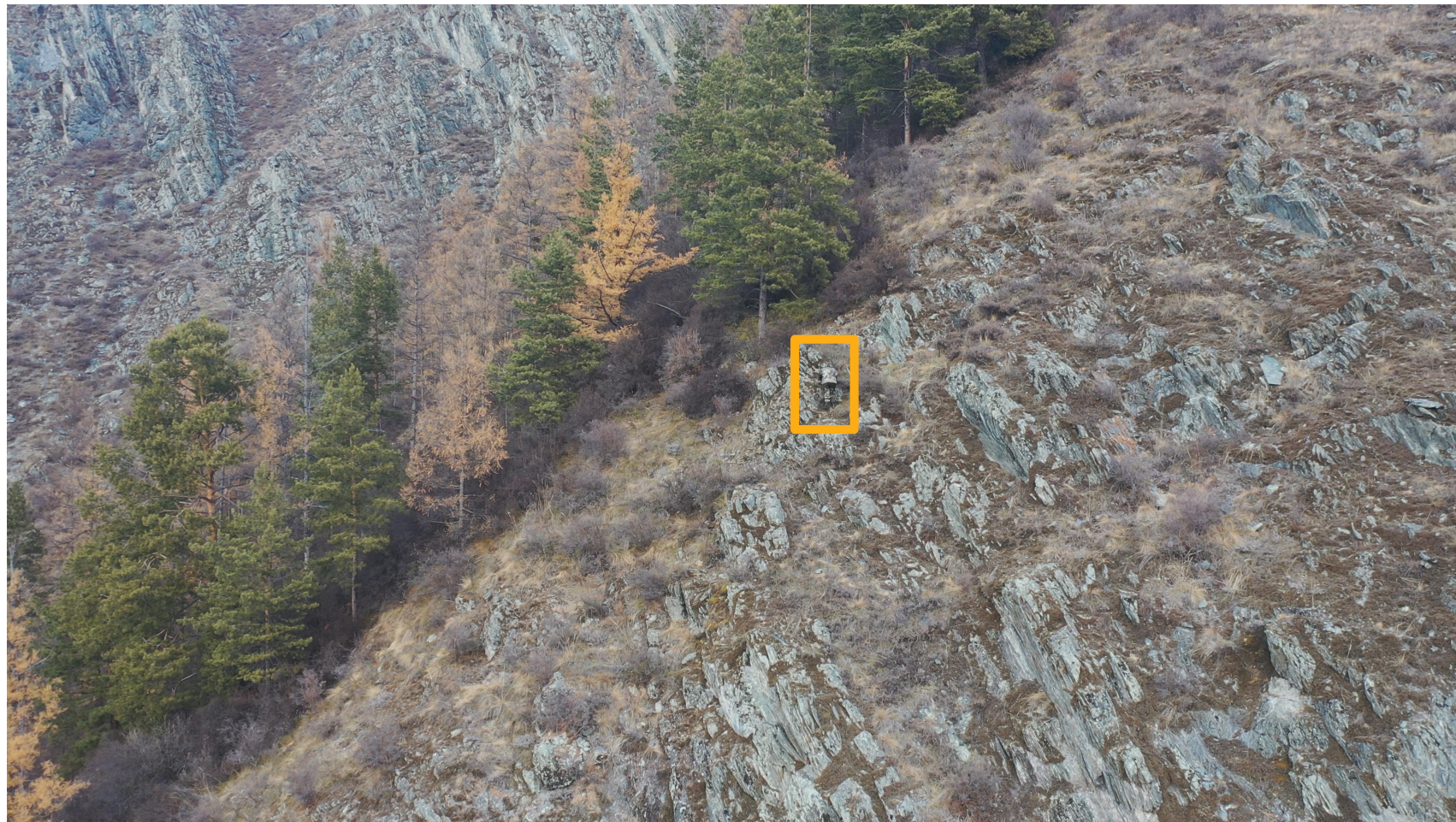
Обработка данных фото-видео изображений фотоловушек

- ✓ Проведены технологические эксперименты на 3-х пилотных территориях ООПТ
- ✓ Собраны данные фотоловушек из более чем 10 ООПТ (более 1 ТБ)
- ✓ Размечена выборка объемом более 100000 объектов
- ✓ Отработан процесс автоматизации разметки изображений



5. Программно-аппаратный комплекс мониторинга состояния окружающей среды на ООПТ

Обнаружение объектов при сканировании местности



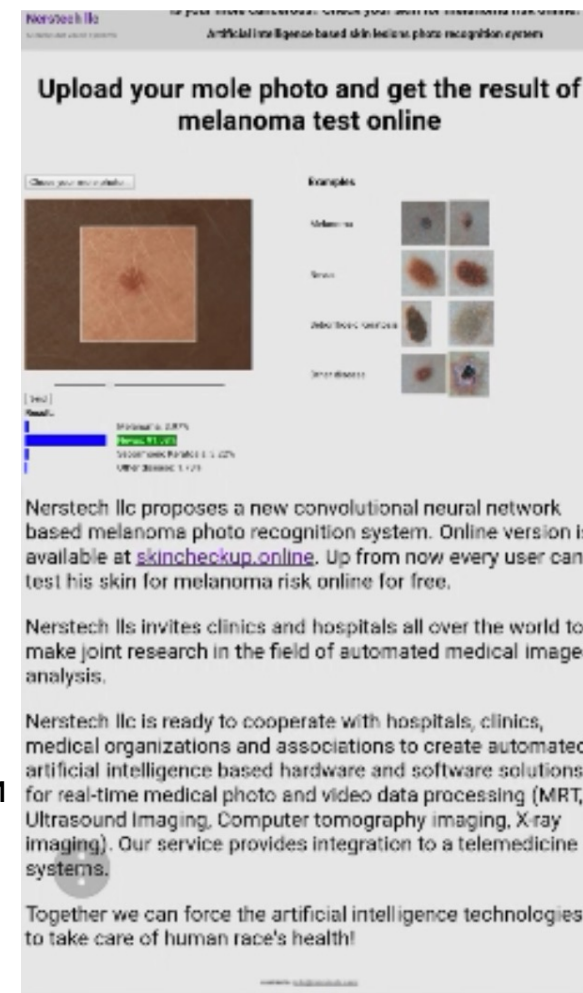
4. Система анализа родинок

Система ранней диагностики заболеваний новообразований кожи на основе многослойных сверточных нейросетей глубокого обучения skincheckup.online

Цель проекта - проведение качественной предварительной диагностики здоровья кожи.

Разрабатываемая система имеет 3 реализации и сценария использования:

- ✓ Для профессионального пользования разработана система, осуществляющая автоматический анализ изображений, получаемых со специального медицинского прибора – дерматоскопа), использующая онлайн-доступ к системе обработки и аналитики
- ✓ Закрытое комплексное решение для систем без доступа к сети
- ✓ Для пользователей мобильных устройств с камерой. Система предоставляет возможность получить за несколько секунд предварительный диагноз новообразования при загрузке фотографии с камеры.



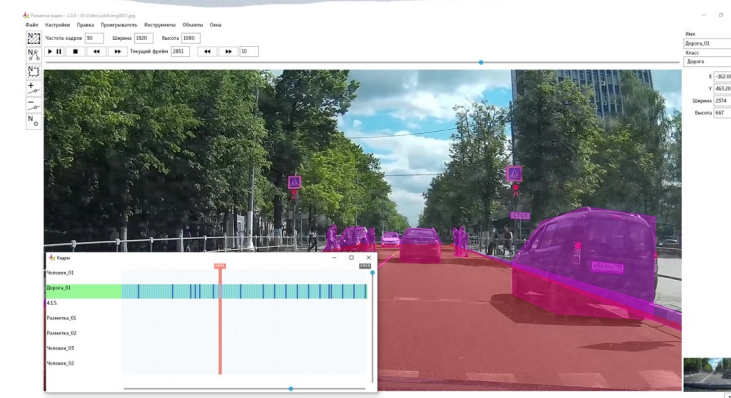
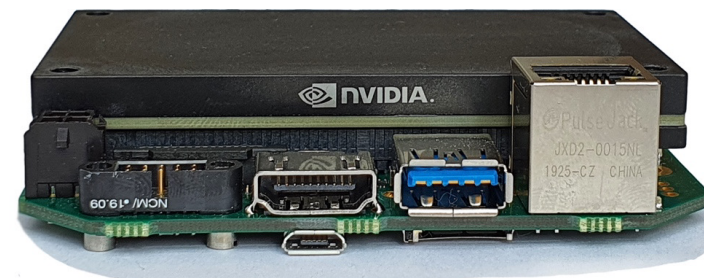
Продолжение работ



- ✓ Реализация разработанных в ходе первых этапов алгоритмов в компактной аппаратуре, исследование возможности миниатюризации и реализации целевых алгоритмов на авторской платформе на основе Jetson Xavier либо на ПЛИС.
- ✓ Разработка программного обеспечения разметки обучающих выборок и подготовки данных для последующего обучения нейронных сетей
- ✓ Комплект электронной цифровой системы управления автомобилем

Перспектива:

- масштабирование конечного решения, реализованного аппаратно, возможный выход на продажи
- конечное решение для подготовки и разметки данных. Применимо в любой области, не требует от заказчика глубоких компетенций в нейросетевой разработке
- комплекты электронной цифровой системы управления автомобилем NersDrive специально созданы, чтобы позволить разработчикам легко и безопасно взаимодействовать с широким спектром транспортных средств, значительно сократить расходы на разработку и сократить время выхода на рынок



Спасибо за внимание!
gavrilov.da@mipt.ru