



Research & Design Institute for Information Technology, Signalling and Telecommunications  
on Railway Transport, subsidiary of Russian Railways



Высокоточные камеры и  
нейросетевая обработка  
видеоданных в проектах  
цифровизации  
железнодорожного транспорта

Попов Павел  
АО «НИИАС»



# ОСНОВНЫЕ ЗАДАЧИ МАШИННОГО ЗРЕНИЯ

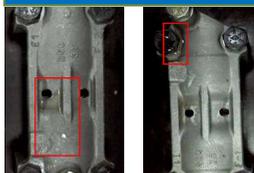
Обнаружение объектов



Подсчет объектов



Обнаружение дефектов



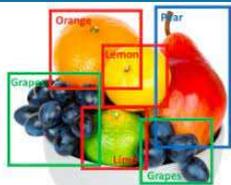
Охрана труда



Обеспечение безопасности



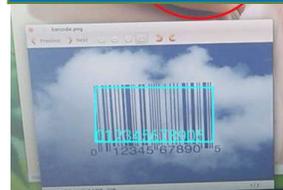
Распознавание объектов



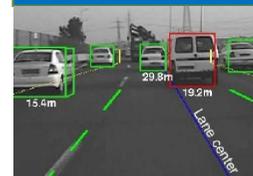
Идентификация объектов



Анализ штрих кодов и складская логистика



Измерение параметров



Управление роботами



# ОКРУЖАЮЩИЕ УСЛОВИЯ

## Видеоконтроль в ограниченных условиях



- Приблизительно неизменный искусственный уровень освещенности;
- Неизменный уровень видимости атмосферы (отсутствие тумана, осадков)



- Создание оптимальных условий для работы камер в части освещенности, видимости.

## Видеоконтроль в открытых условиях



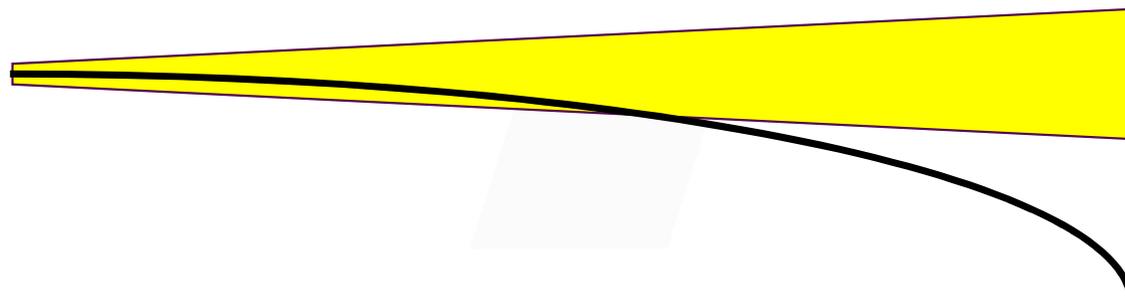
- Меняющийся уровень освещенности
- Меняющийся уровень видимости
- Возможность возникновения нестандартных объектов/препятствий



## Влияние освещенности

Условие освещенности	Уровень освещенности, Лк
День	5000 - 100000
Пасмурный день	1000 - 5000
Сумерки	1 - 1000
Ночь	0,001 - 0,1

Техническое зрение должно обнаруживать препятствия при уровне освещенности более 1 Лк

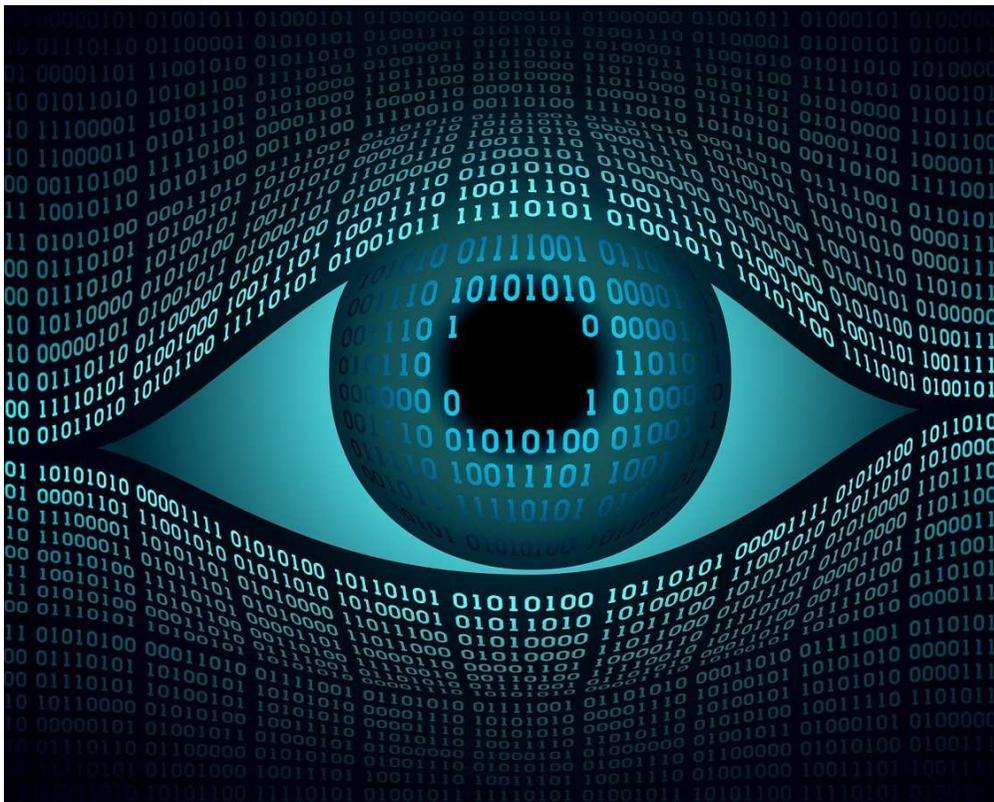


Луч прожектора

Железнодорожный путь

# РАБОТА КАМЕР ПРИ РАЗНЫХ УРОВНЯХ ОСВЕЩЕННОСТИ





- Формализованные требования к системе технического зрения
- Методы тестирования технического зрения
- Архитектура подключения модуля технического зрения
- Метрология для технического зрения
- Доказательство безопасности технического зрения
- Нормативное регулирование технического зрения

## Что считать препятствием?



Препятствие – это объект, расположенный на пути следования поезда, присутствие которого несет угрозу подвижному составу или жизни самого объекта

Какие объекты должны обнаруживаться и на какой дистанции?

Как условия видимости влияют на обнаружение препятствий?

Как условия освещенности влияют на обнаружение препятствий?

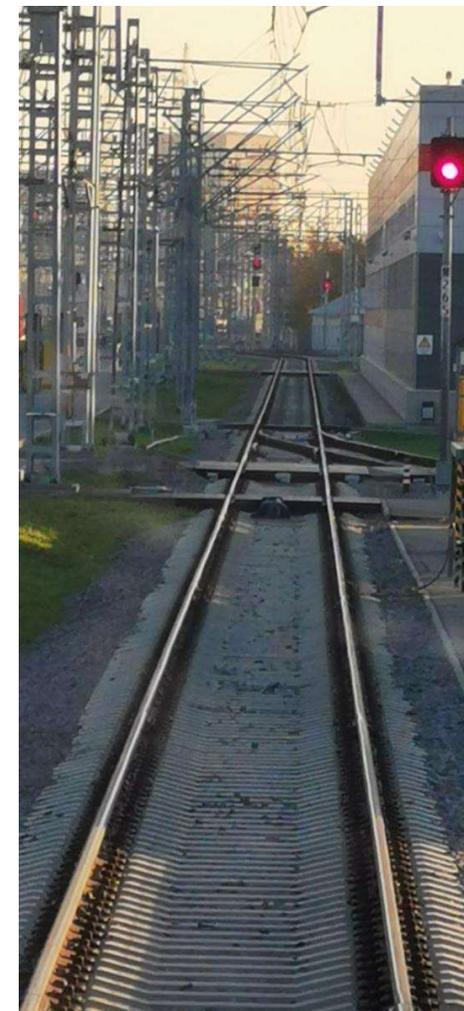
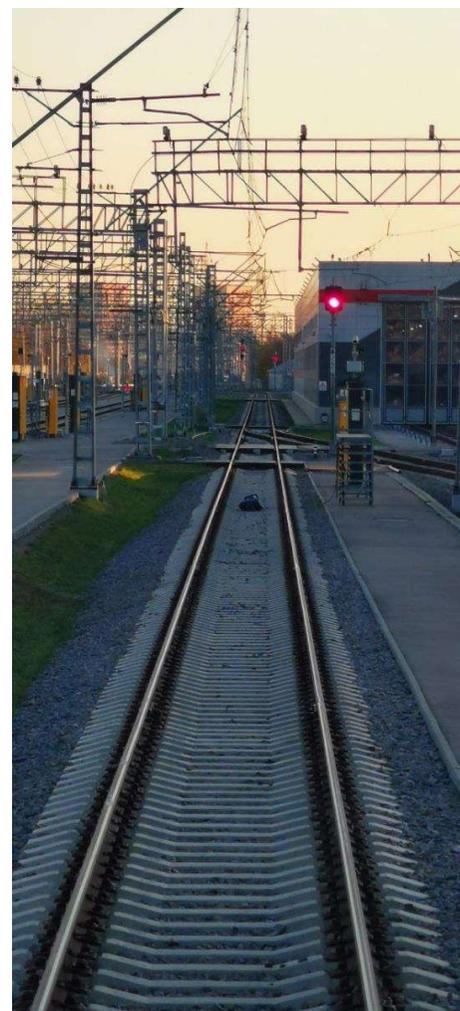
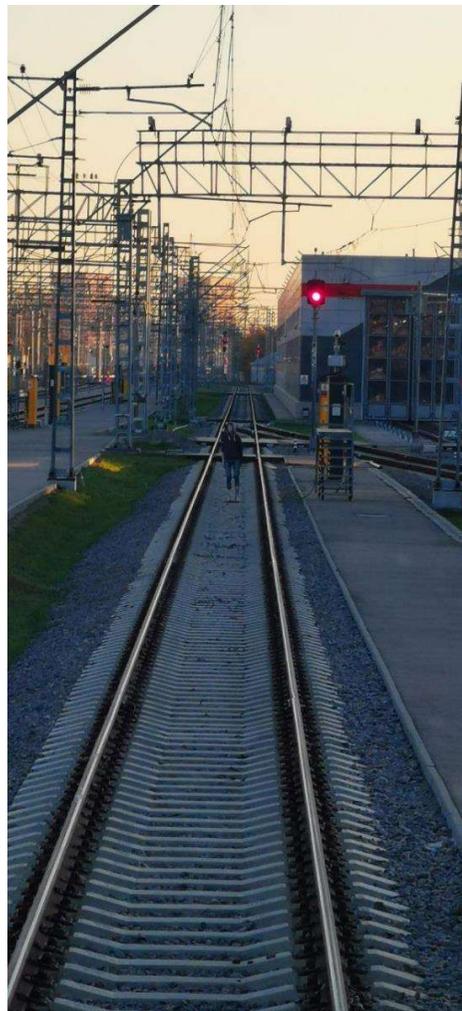
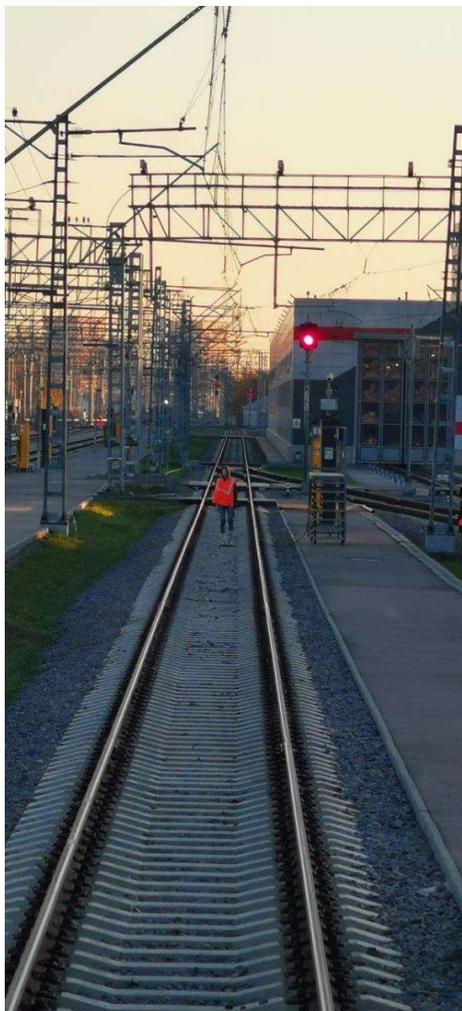
Как проверять работоспособность технического зрения?

В каких зонах должны обнаруживаться препятствия?

Как отражающая способность объектов и их контрастность влияют на обнаружение препятствий?

Как доказать, что техническое зрение работает корректно?

# Видимость человека



# ЗРЕНИЕ ЧЕЛОВЕКА

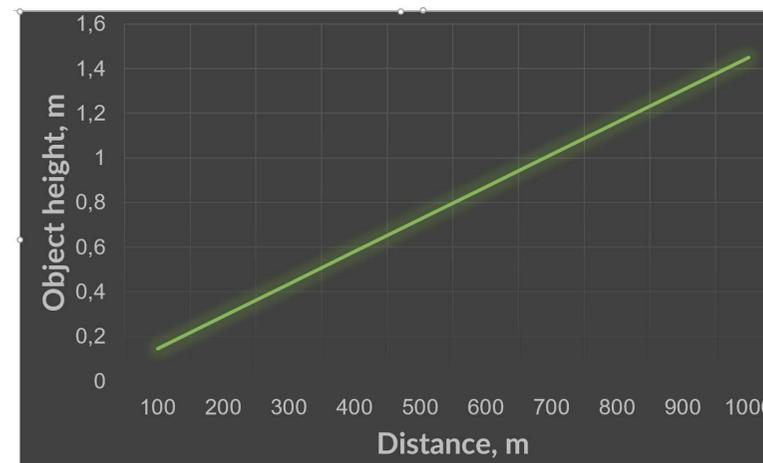
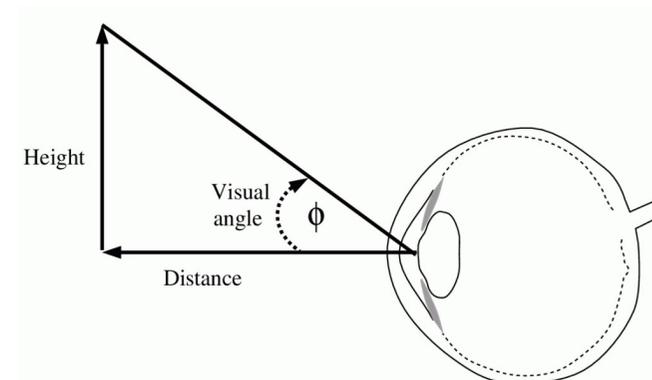
ТАБЛИЦА Д. А. СИВЦЕВА ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ОСТРОТЫ ЗРЕНИЯ

D = 50,0	Ш Б	V = 0,1
D = 25,0	М Н К	V = 0,2
D = 16,67	Ы М Б Ш	V = 0,3
D = 12,5	Б Ы Н К М	V = 0,4
D = 10,0	И Н Ш М К	V = 0,5
D = 8,33	Н Ш Ы И К Б	V = 0,6
D = 7,14	Ш И Н Б К Ы	V = 0,7
D = 6,25	К Н Ш М Ы Б И	V = 0,8
D = 5,55	Б К Ш М И Ы Н	V = 0,9
D = 5,0	Н К И Б М Ш Ы Б	V = 1,0
D = 3,33	Ш И Н К М И Ы Б	V = 1,5
D = 2,5	И М Ш Ы Н Б М К	V = 2,0

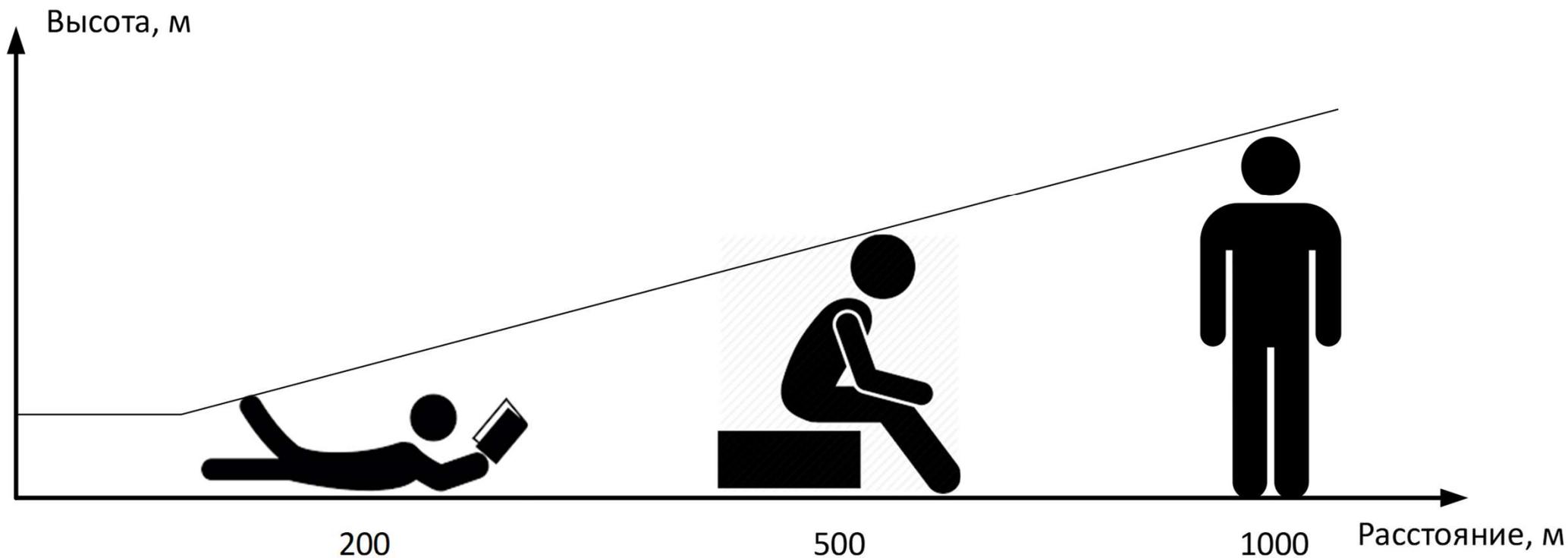
Человеческое зрение:

- Острота зрения,
- Поле зрения,
- Чувствительность контраста (Пороговый контраст).

Для нормального зрения визуальный угол составляет 0,00145 радиан.



# Зависимость дистанции обнаружения от высоты препятствия



## ОСНОВНЫЕ ОПРЕДЕЛЕНИЯ

**Метеорологическая оптическая дальность** – это длина пути светового потока в атмосфере, необходимая для уменьшения этого потока в параллельном пучке лучей от лампы накаливания при цветовой температуре 2700 К до 5% его первоначального значения.

**Видимость, метеорологическая видимость в дневное время и метеорологическая видимость в ночное время** определяются как наибольшее расстояние, на котором черный объект, имеющий подходящие размеры и находящийся у поверхности земли, можно увидеть и распознать в дневное время или можно увидеть и распознать в ночное время, повысив общую освещенность до уровня нормальной дневной освещенности.

**Дальность прямой видимости (метеорологическая)** – это расстояние, на котором видимый контраст наблюдаемого тела на фоне равен порогу чувствительности глаза наблюдателя.

**Яркостный контраст** – отношение разности между яркостью объекта и яркостью его фона к яркости фона.

**Пороговый контраст** – минимальное значение контраста яркости, который может различить глаз человека, то есть значение, которое позволяет отличить объект от его фонового освещения. Пороговый контраст у разных людей различный.

**Пороговая освещенность** – наименьшая освещенность на зрачке глаза наблюдателя, которая позволяет обнаруживать точечные источники света на фоне с данной яркостью.

# Манекены

ISO 19206-2:2018

Транспорт дорожный — Контрольные приборы для оценки функций активной безопасности муляжей транспортных средств, уязвимых участников дорожного движения и других объектов.

Часть 2. Требования к манекенам пешеходов

## СОДЕРЖАНИЕ

- Требования к размеру манекенов;
- Позы и артикуляция манекенов;
- Требования к одежде и оптическим свойствам;
- Требования к отражающей способности радиоволн;
- Требования к отражающей способности в инфракрасном диапазоне;
- Функциональные требования.



Figure 5-1: Euro NCAP VRU Targets (EPTa, EPTc, EBT and EMT)



# Виды тестирования



## Особенности инфраструктуры

- На станции
- На перегоне
- В кривой

## Типы препятствий

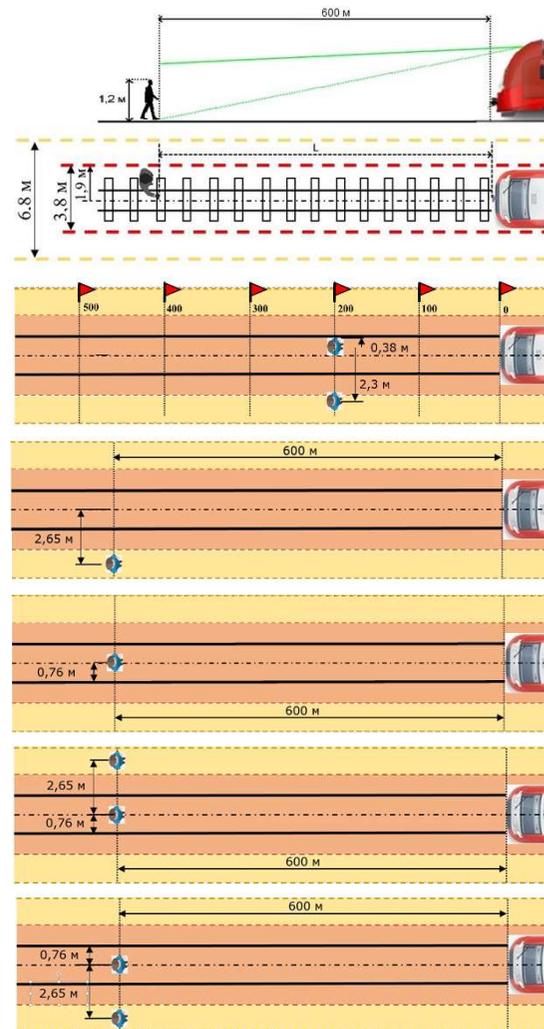
- Человек
- Ребенок
- Статические объекты
- Животные
- Машины
- Велосипедисты
- .....

## Условия освещенности

- День
- Сумерки
- Ночь

## Условия видимости

- Видимость > 1000 м
- 200 м < видимость < 1000 м
- Видимость < 200 м



## Оборудование для тестирования

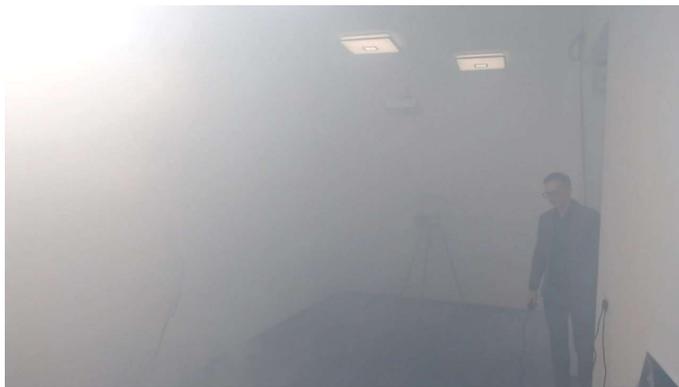
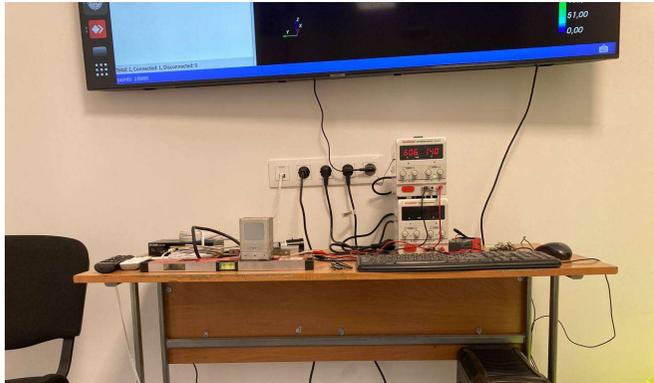
Минимальный перечень оборудования для тестирования систем технического зрения:

- ✓ Измеритель метеорологической оптической дальности;
- ✓ Люксметр;
- ✓ Генератор тумана;
- ✓ Ретрорефлектометр;
- ✓ Проектор.

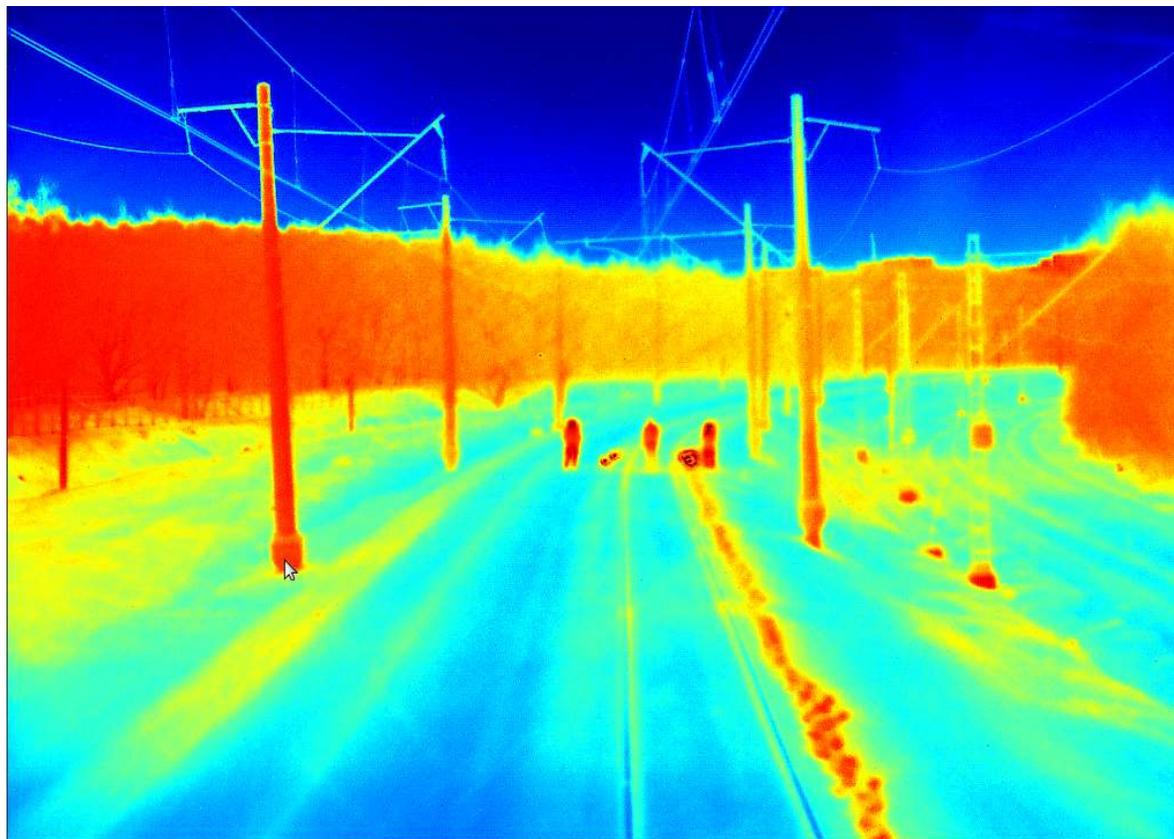


Оборудование, производящее измерения, должно иметь метрологическое обеспечение. Конкретный перечень и параметры испытательного оборудования устанавливаются на этапе разработки эксплуатационной документации.

## СОВМЕСТНАЯ ЛАБОРАТОРИЯ НИИАС-ИТМО



# ВИДИМОСТЬ ПРИ ПЛОХИХ ПОГОДНЫХ УСЛОВИЯХ



# ИСПЫТАНИЯ БОРТОВОЙ СИСТЕМЫ ОБНАРУЖЕНИЯ ПРЕПЯТСТВИЙ



# ИСПЫТАНИЯ НА ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОМ КОЛЬЦЕ



# ИСПЫТАНИЯ НА ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОМ КОЛЬЦЕ



# ПОЕЗДА С АВТОМАТИЧЕСКИМ УПРАВЛЕНИЕМ



# ПЕРВЫЙ ЭЛЕКТРОПОЕЗД ДЛЯ ТЕСТОВ УАЗ



**Ласточка №113**



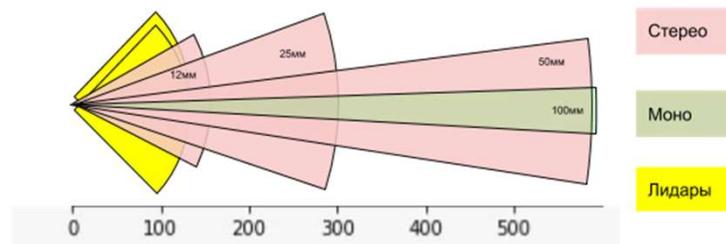
Инфракрасная  
камера



8-камер за  
лобовым  
стеклом



лидары



**Базовые системы для тестирования:**

- Блок обнаружения препятствий
- Модуль дистанционного управления

# ВТОРОЙ ПОЕЗД ДЛЯ ТЕСТИРОВАНИЯ УАЗ



ИК камеры с системой очистки

Набор камер за лобовым стеклом

Лидары с системой очистки

Ультразвуковые сенсоры

GoA3+

## Изменения:

- Усовершенствованная система обнаружения препятствий
- Усовершенствованный модуль дистанционного управления
- Модуль контроля контактной сети и пантографа
- Модуль контроля посадки/высадки пассажиров
- Высокоточная система позиционирования.



## ЕВРАЗИЙСКИЙ ЭКОНОМИЧЕСКИЙ СОЮЗ ДЕКЛАРАЦИЯ О СООТВЕТСТВИИ

Заявитель: Акционерное общество «Научно-исследовательский и проектно-конструкторский институт информатизации, автоматизации и связи на железнодорожном транспорте», зарегистрированное за основным государственным регистрационным номером 107753841555, улица Нижегородская, дом 27, строение 1, Москва, 109029  
телефон (499) 262-88-83, адрес электронной почты info@niias.ru

в лице заместителя руководителя опытно-конструкторского бюро Гришвина Сергея Юрьевича, действующего на основании Доверенности №Д166-21 от 20.11.2021

заявляет, что программное обеспечение блока обнаружения препятствий электропоезда с асинхронным тяговым приводом типа ЭГЭ серии ЭСДГ (Проект 32105) с функцией автоматического управления (RU.НАБП.17013-01), версия 1.0.0 (файл bin.txt, контрольная сумма 8d384053 (BКС); файл app.py, контрольная сумма 4090b0e (BКС); файл CameraPerception, контрольная сумма 1e6edaf1 (BКС); файл camera\_linea, контрольная сумма cf273243 (BКС); файл LidarDetector, контрольная сумма be542036 (BКС); файл lidar\_linea, контрольная сумма e078c67e (BКС)), используемое Акционерным обществом «Научно-исследовательский и проектно-конструкторский институт информатизации, автоматизации и связи на железнодорожном транспорте», улица Нижегородская, дом 27, строение 1, Москва, 109029; Санкт-Петербургским филиалом Акционерного общества «Научно-исследовательский и проектно-конструкторский институт информатизации, автоматизации и связи на железнодорожном транспорте», адрес места осуществления деятельности по изготовлению продукции: Московский проспект, дом 115, литер А, Санкт-Петербург, 196006, в соответствии со спецификацией RU.НАБП.17013-01 «Блок обнаружения препятствий электропоезда с асинхронным тяговым приводом типа ЭГЭ серии ЭСДГ (Проект 32105) с функцией автоматического управления. Рабочая документация на программное обеспечение. Спецификация», код по Товарной номенклатуре внешнеэкономической деятельности Евразийского экономического союза 8530 80 000 0, серийный выпуск:

соответствует требованиям технического регламента Таможенного союза «О безопасности железнодорожного подвижного состава» (ТР ТС 001/2011)

Декларация о соответствии принята на основании Протокола результатов испытаний от 03.11.2021 № 13-НИИАС/БООП, проведенных Испытательным центром программных средств железнодорожного транспорта Общества с ограниченной ответственностью «ИБТранс», аттестат аккредитации РОСС RU.0001.22ЖТ12; Акта отбора образцов от 15.10.2021 № 13-НИИАС/БООП; Обоснования безопасности от 08.11.2021 НАБП.667527.007 ОБ; Схемы декларирования соответствия продукции – 2д.

Дополнительная информация  
ГОСТ 33435-2015 «Устройства управления, контроля и безопасности железнодорожного подвижного состава. Требования безопасности и методы контроля» (пункт 4.3.1);  
ГОСТ Р 51188-98 «Защита информации. Испытания программных средств на наличие компьютерных вирусов. Типовое руководство» (пункт 4);  
Условия хранения ИТ) по ГОСТ 15150-69 «Машины, приборы и другие технические изделия. Исполнения для различных климатических районов. Категории, условия эксплуатации, хранения и транспортирования в части воздействия климатических факторов внешней среды». Назначенный срок хранения 6 месяцев. Назначенный срок службы 20 лет.

Декларация о соответствии действительна с даты регистрации по 22.11.2026 года включительно

Гришвин Сергей Юрьевич

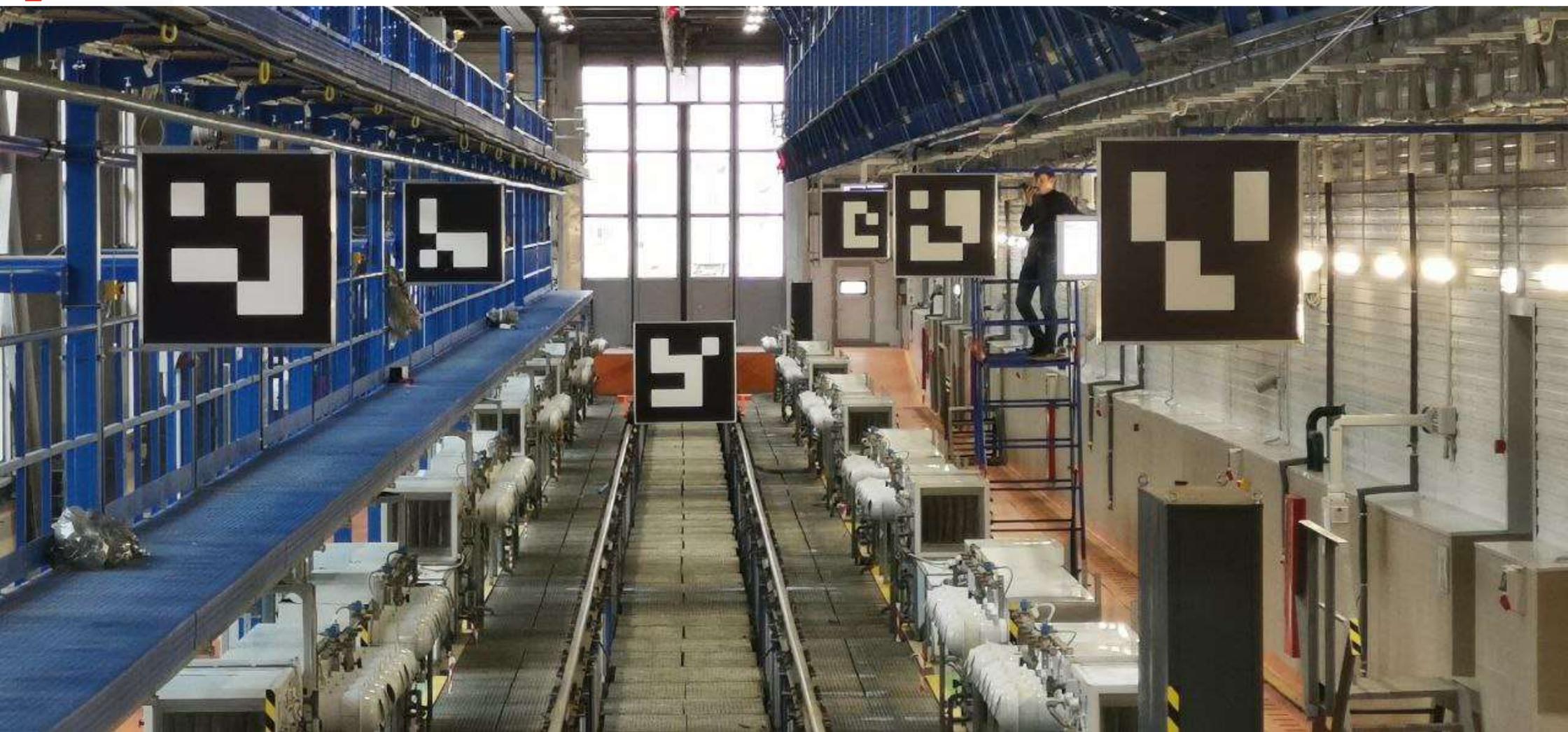


### Сведения о регистрации декларации о соответствии:

Регистрационный номер декларации о соответствии: ЕАЭС N RU Д-РУ.ЖТ02.В.00916/21

Дата регистрации декларации о соответствии 30.11.2021

# КАЛИБРОВКА СЕНСОРОВ В ДЕПО

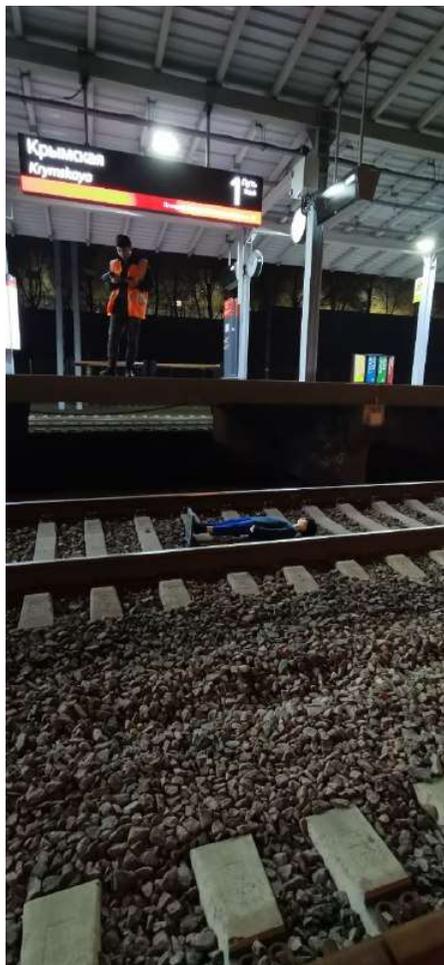


# КОНТРОЛЬ КОНТАКТНОЙ СЕТИ И ПАНТОГРАФА



Камера для контроля пантографа

# СИСТЕМА КОНТРОЛЯ ПОСАДКИ И ВЫСАДКИ ПАССАЖИРОВ



# ИССЛЕДОВАНИЯ В ОБЛАСТИ ТРЕБОВАНИЙ К ДАТАСЕТАМ



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
"НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИТМО"  
(Университет ИТМО)

УДК 004.056  
№ госрегистрации

УТВЕРЖДАЮ  
Проректор по научной работе  
д.т.н., проф.  
  
В.О. Никифоров  
"11" января 2020 г.

## ОТЧЕТ О НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЕ

Обзор и анализ современных подходов к построению решений по автоматизации управления железнодорожным подвижным составом степени автоматизации GoA4 на базе нейронных сетей при решении задачи обнаружения объектов на пути следования и выбор их ключевых типов для дальнейшего анализа

по теме:

РАЗРАБОТКА МЕТОДА ФОРМИРОВАНИЯ ТРЕБОВАНИЙ К ОБУЧАЮЩИМ И ТЕСТОВЫМ ВИДЕОВЫБОРКАМ ПРИ РЕАЛИЗАЦИИ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ БЕСПИЛОТНЫМИ ЭЛЕКТРОПОЕЗДАМИ СТЕПЕНИ АВТОМАТИЗАЦИИ GoA4 С УЧЕТОМ ЗАДАЧ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

Шифр: 220057  
(промежуточный, этап 1)

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
"НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИТМО"  
(Университет ИТМО)

УДК 004.056  
№ госрегистрации

УТВЕРЖДАЮ  
Проректор по научной работе  
д.т.н., проф.  
  
В.О. Никифоров  
"18" 02 2021 г.

## ОТЧЕТ О НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЕ

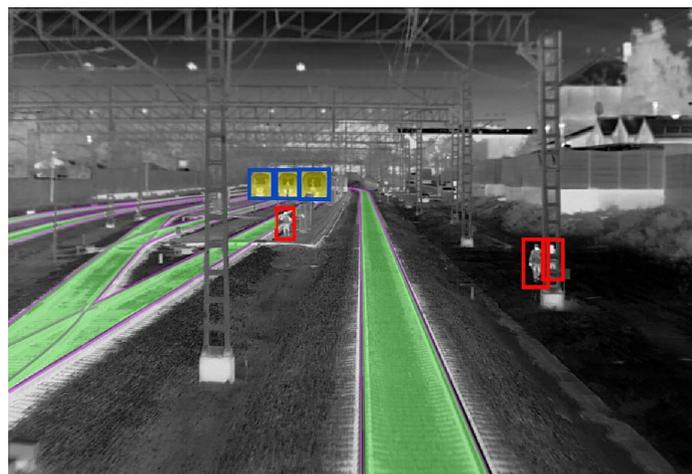
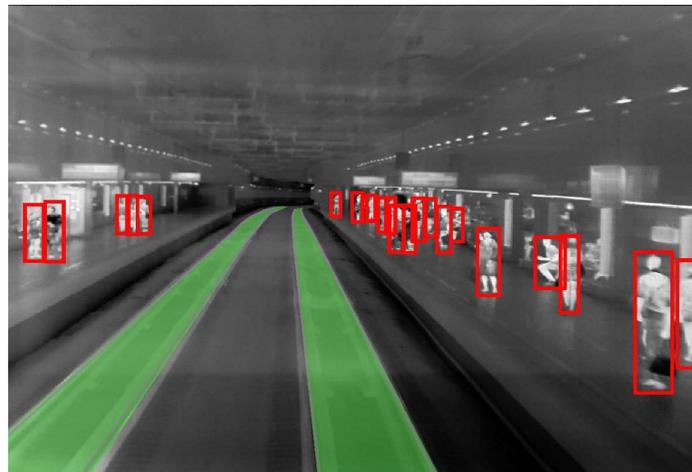
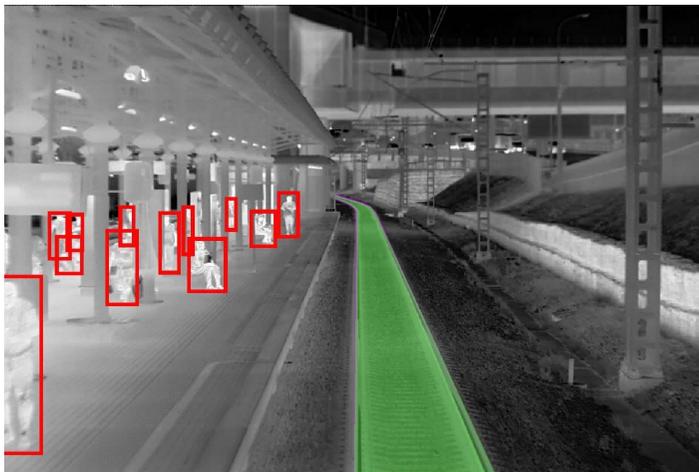
Анализ современных методов построения выборок и требований к ним для ключевых типов нейросетей с учетом специфики данных об объектах железнодорожной инфраструктуры для беспилотных электропоездов степени автоматизации GoA4 при решении задачи обнаружения объектов на пути следования и требований информационной безопасности

по теме:

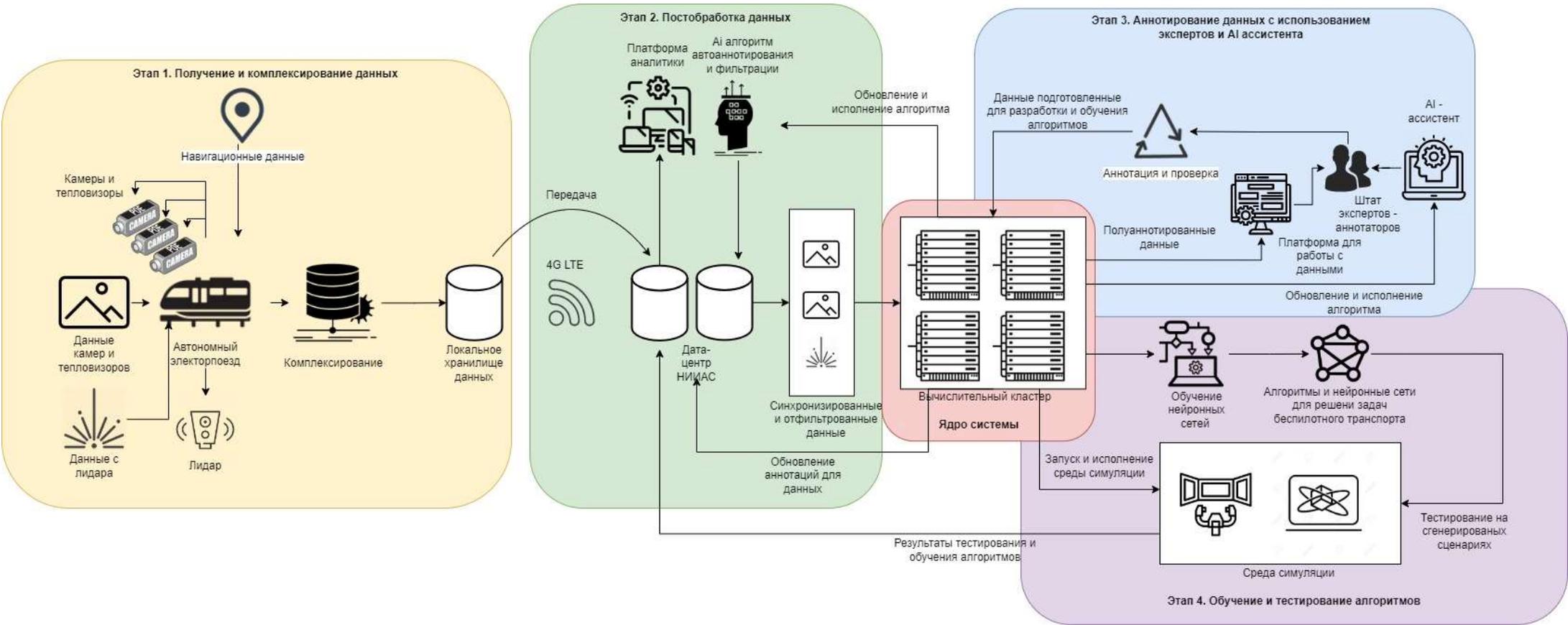
РАЗРАБОТКА МЕТОДА ФОРМИРОВАНИЯ ТРЕБОВАНИЙ К ОБУЧАЮЩИМ И ТЕСТОВЫМ ВИДЕОВЫБОРКАМ ПРИ РЕАЛИЗАЦИИ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ БЕСПИЛОТНЫМИ ЭЛЕКТРОПОЕЗДАМИ СТЕПЕНИ АВТОМАТИЗАЦИИ GoA4 С УЧЕТОМ ЗАДАЧ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

Шифр: 220057  
(промежуточный, этап 3)

# ДААННЫЕ С ТЕПЛОВИЗОРА (ДАТАСЕТ)



# ФАБРИКА ДАННЫХ





Research & Design Institute for Information Technology, Signalling and Telecommunications  
on Railway Transport, subsidiary of Russian Railways

**СПАСИБО ЗА  
ВНИМАНИЕ**

[p.popov@vniias.ru](mailto:p.popov@vniias.ru)

