

"Применение систем машинного зрения для железнодорожного транспорта"

#### ПАВЕЛ ПОПОВ



### БЕСПИЛОТНЫЕ ПОЕЗДА В РОССИИ



Старт разработки





Запуск на станции Лужская





Начало тестирования беспилотных электропоездов

2019





Планируемый запуск беспилотного поезда в эксплуатацию на МЦК

2021





### ПРИНЦИПЫ ПОСТРОЕНИЯ АВТОМАТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ДВИЖЕНИЕМ ПОЕЗДОВ НА МЦК

#### Автоматическая система управления движением поездов на МЦК - это комплекс взаимоувязанных систем, таких как:

- Электропоезда с автоматическим управлением;
- Центр дистанционного контроля и управления;
- Системы контроля посадки и высадки пассажиров;
- Стационарные комплексы обнаружения препятствий;
- Система цифровой радиосвязи;
- Депо для обслуживания электропоездов.



#### УРОВНИ АВТОМАТИЗАЦИИ СОГЛАСНО МЭК-62290

Основное требование для РЖД – наличие удаленного контроля для GoA3 и GoA4



Оператор контролирует до 10 поездов и может управлять одним дистанционно

GoA 1

GoA 2

GoA3

GoA 4



Машинист управляет поездом при контроле устройства безопасности



Машинист в кабине, но действует только при нештатных ситуациях



Машинист может отсутствовать в кабине



Машинист отсутствует в поезде

# АВТОНОМНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ ПАССАЖИРСКОГО ДИВЖЕНИЯ НА МОСКОВСКОМ ЦЕНТРАЛЬНОМ КОЛЬЦЕ



#### ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗРЕНИЕ ЭЛЕКТРОПОЕЗДА ЭС2Г №113





ИКкамера

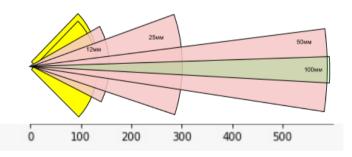


8-КАМЕР ЗА ЛОБОВЫМ СТЕКЛОМ



2-ЛИДАРА (ЛАЗЕРНЫХ СКАНЕРА)





Стерео

Моно

Лидары

## ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ДВИЖЕНИЯ ЗА СЧЕТ СТАЦИОНАРНОГО КОНТРОЛЯ ЗОН ОГРАНИЧЕННОЙ ВИДИМОСТИ

**ЗОНА ОГРАНИЧЕННОЙ ВИДИМОСТИ** – УЧАСТОК ПУТИ, НА КОТОРОМ РАССТОЯНИЕ ПРЯМОЙ ВИДИМОСТИ МАШИНИСТА ЭЛЕКТРОПОЕЗДА ЭС2Г ДО ВОЗМОЖНЫХ ПРЕПЯТСТВИЙ, ПРЕЖДЕ ВСЕГО В СЛУЧАЯХ ВНЕЗАПНОГО ПОЯВЛЕНИЯ В ГАБАРИТЕ ПОДВИЖНОГО СОСТАВА ГРАЖДАН/СОТРУДНИКОВ ОАО «РЖД», ЖИВОТНЫХ И ИНЫХ ПРЕПЯТСТВИЙ НА ПУТЯХ МЦК, СОСТАВЛЯЕТ МЕНЕЕ ДЛИНЫ ТОРМОЗНОГО ПУТИ ЭЛЕКТРОПОЕЗДА

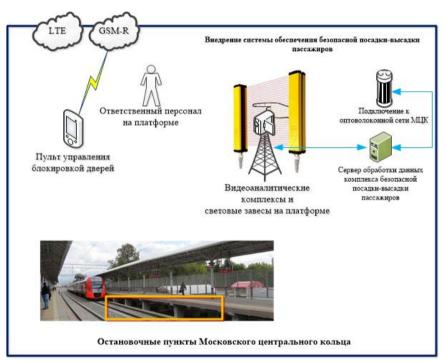
#### ЗАДАЧАМИ КОМПЛЕКСА ЯВЛЯЮТСЯ:

- ОБНАРУЖЕНИЕ ОБЪЕКТОВ: людей, животных и иных препятствий в области движения подвижного состава: в габарите пути и ближайших зонах
- ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ случаев травмирования людей, сотрудников ОАО «РЖД» на путях Московского центрального кольца
- ОПОВЕЩЕНИЕ людей, находящихся в зоне действия системы, о приближении подвижного состава
- ОПОВЕЩЕНИЕ автоматизированной

- системы управления электропоездом ЭС2Г, работающей в автоматическом режиме,
- о наличии препятствий в зоне ограниченной видимости в случаях определения возможностей столкновения с выявленным объектом на основе результатов анализа «поведенческой модели» объекта
- ПЕРЕДАЧА ИНФОРМАЦИИ на рабочее место машиниста – оператора и, при необходимости, на рабочее место поездного диспетчера



#### Обеспечение безопасной посадки-высадки пассажиров



- ПРИ ПОДЪЕЗДЕ подконтрольного поезда к платформе машинистуоператору автоматически показываются видеокамеры с остановочного пункта
- ПРИ НАЛИЧИИ информации с датчиков системы о наличии человека в опасной зоне машинистоператор выполняет визуальный контроль зоны и формирует приказ об отправлении поезда
- ПРИ НЕОБХОДИМОСТИ физического вмешательства в процесс информация поступает на мобильный терминал ответственного за платформу
- ПОСЛЕ УСТРАНЕНИЯ причины невозможности отправления поезда ответственный за платформу в мобильном терминале фиксирует готовность отправления

#### ДИСТАНЦИОННЫЙ КОНТРОЛЬ И УПРАВЛЕНИЕ

#### Почему?

- Связь с пассажирами
- Действия при обнаружении препятствий
- Отмена торможения в случае ложного препятствия
- Действия в случае нештатных ситуаций (возгорание, оставленные вещи, драки в вагоне)
- Удаленное управление при необходимости (например, при сбое оборудования)



Оператор контролирует до 10 поездов и при необходимости управляет одним дистанционно

#### Технологические сложности:

- Обеспечение низкой задержки и высокой пропускной способности канала связи
- Уменьшение задержки при передаче видео потока
- Нахождение баланса между разрешением изображения и количеством кадров в секунду



#### СОЗДАНИЕ ЦЕНТРА ДИСТАНЦИОННОГО КОНТРОЛЯ И УПРАВЛЕНИЯ ДВИЖЕНИЕМ ЭЛЕКТРОПОЕЗДОВ



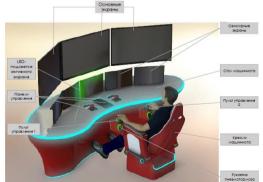
ПРОТОТИП РАБОЧЕГО МЕСТА МАШИНИСТА-ОПЕРАТОРА

#### **ЦДКУ 1.0. ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ И ТЕХНОЛОГИЯ РАБОТЫ. GOA3**

- **1** ДИСТАНЦИОННОЕ УПРАВЛЕНИЕ ТЯГОЙ
- **3** ДИСТАНЦИОННОЕ УПРАВЛЕНИЕ СВИСТКОМ И ТИФОНОМ
- **5** ПЕРЕДАЧА АУДИОСООБЩЕНИЙ ДЛЯ ДИСТАНЦИОННОГО ОПОВЕЩЕНИЯ ПАССАЖИРОВ

- **2** ДИСТАНЦИОННОЕ УПРАВЛЕНИЕ ТОРМОЖЕНИЕМ ОТ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОПОЕЗДОМ
- **4** ПЕРЕДАЧА ВИДЕОПОТОКА И АУДИОСООБЩЕНИЙ ОТ БОРТОВОЙ СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРОПОЕЗДА
- **б** ДИСТАНЦИОННОЕ УПРАВЛЕНИЕ АВТОВЕДЕНИЕМ И ДВИЖЕНИЕМ ЭЛЕКТРОПОЕЗДА ПО ЗАДАННЫМ АЛГОРИТМАМ





КОНЦЕПТ РАБОЧЕГО МЕСТА МАШИНИСТА-ОПЕРАТОРА УПРАВЛЕНИЕ 4-МЯ ЭЛЕКТРОПОЕЗДАМИ

## ЦДКУ 2.0. ИННОВАЦИОННЫЕ ПОДХОДЫ И ПРИНЦИПЫ УПРАВЛЕНИЯ ЭКСПЛУАТАЦИЕЙ ЭЛЕКТРОПОЕЗДОВ. GOA4



ОСНОВНЫЕ ФУНКЦИИ МАШИНИСТА-ОПЕРАТОРА: Мониторинг эксплуатации электропоездов и дистанционное управление составами в случае нештатной ситуации



Контроль производства безопасной посадки и высадки пассажиров на остановочных пунктах



Контроль за работой системы видеоинформирования и оповещения пассажиров в вагонах, голосовое информирование при необходимости

**19** РАБОЧИХ МЕСТ МАШИНИСТОВ-ОПЕРАТОРОВ И СТАРШИХ МАШИНИСТОВ-ОПЕРАТОРОВ (+1 РЕЗЕРВНОЕ РАБОЧЕЕ МЕСТО) ДЛЯ РАБОТЫ ПРИ 3-X И 2-X МИНУТНОМ ИНТЕРВАЛЕ ДВИЖЕНИЯ

### КЛАССИФИКАЦИЯ ПРЕПЯТСТВИЙ

| NO                             |                 |   |                                  |             |           |
|--------------------------------|-----------------|---|----------------------------------|-------------|-----------|
| Nō                             | Класс           | Подкласс  |                                  | Угроза      | Угроза ТС |
| _                              |                 | Damaga, W   |                                  | препятствию | II.       |
| 1                              | Человек         | Взрослый человек  | Стоит, идет, бежит, сидит, лежит | Да          | Нет       |
|                                |                 | Ребенок   | Стоит, идет, бежит, сидит,       |             |           |
|                                |                 | Teochor   | лежит                            |             |           |
| 2                              | Животное        | Крупные животные (корова, лошадь, лось)                       | Стоит, идет, бежит, сидит,       | Да          | Частично  |
|                                |                 |   | лежит                            |             |           |
|                                |                 | Средние и мелкие животные (собаки, кошки)                     | Стоит, идет, бежит, сидит,       | Да          | Нет       |
|                                | _               |   | лежит                            | _           | _         |
| 3                              | Транспорт<br>ЖД | Локомотивы, вагоны  | Стоит                            | Да          | Да        |
|                                |                 |   | В движении                       |             |           |
| 4                              | Авт.            | Автомобили, мотоциклы   | Стоит, в движении                | Да          | Да        |
|                                | транспорт       | велосипеды  |                                  | Да          | Нет       |
|                                |                 | <mark>(рупные (площадь поперечного сечения в плоскости</mark> | Строительные конструкции, Не     | Нет         | Да        |
|                                |                 | перпендикулярной рельсам более 0,5 м²)                        | поваленные деревья,              |             |           |
|                                |                 |   | поваленные столбы                |             |           |
|                                |                 | Средние (площадь поперечного сечения в плоскости              | Коробки, кусты, части            | нет         | частично  |
|                                |                 | перпендикулярной рельсам от 0,1 до 0,5 м <sup>2</sup> )       | строительных конструкций         |             |           |
|                                |                 | Мелкие (площадь поперечного сечения менее 0,1 м²)             | Тормозной башмак                 | нет         | Да        |
|                                |                 |   | Кирпич                           | нет         | частично  |
|                                |                 |   | Коробки, доски, пакеты           | нет         | нет       |
|                                | - + - · · · - · | Излом рельс   |                                  | нет         | да        |
|                                |                 | Обрыв контактного провода                                     |                                  | нет         | да        |
| 7                              | явления         | Подтопление путей   |                                  | нет         | да        |
|                                |                 | Пожар   |                                  | нет         | да        |
|                                |                 | Путь под снегом   |                                  | нет         | частично  |
|                                |                 | Оползни, сели   |                                  | нет         | да        |
| 11 Autonomous trains in Russia |                 |   |                                  |             |           |

11 Autonomous trains in Russia

#### ПРИМЕНЕНИЕ СИМУЛЯТОРА ДЛЯ ТЕСТИРОВАНИЯ ВСЕВОЗМОЖНЫХ СЦЕНАРИЕВ











- 1. МОДЕЛИРОВАНИЕ СЕНСОРОВ, УСТАНОВЛЕННЫХ НА ЭЛЕКТРПОЕЗДЕ
- 2. МОДЕЛИРОВАНИЕ ПОГОДНЫХ **УСЛОВИЙ**
- 3. МОДЕЛИРОВАНИЕ УСЛОВИЙ ОСВЕЩЕННОСТИ
- 4. МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРЕПЯТСТВИЙ
- 5. ОТЛАДКА АЛГОРИТМОВ ОБНАРУЖЕНИЯ ПРЕПЯТСТВИЙ

# Спасибо за внимание

p.popov@vniias.ru

