



**“Видение будущего транспорта, результаты испытаний  
беспилотного транспорта на МЦК”**

**ПАВЕЛ ПОПОВ**

03.02.2021г.

# ОСНОВНЫЕ ТРЕНДЫ РАЗВИТИЯ ТРАНСПОРТНОГО СЕКТОРА



- Стандартизация транспортного сектора;
- Модульный подход;
- Применение новых видов энергии;
- Развитие цифровой связи;
- Развитие дистанционного управления;
- **Автоматизация транспортного сектора;**
- Роботизация транспортного сектора;
- Дистанционное управление.

# БЕСПИЛОТНЫЕ ПОЕЗДА В РОССИИ



Старт разработки

2015



Запуск на станции  
Лужская

2017



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**



Машинист управляет поездом при контроле устройства безопасности

**GoA 2**



Машинист в кабине, но действует только при нештатных ситуациях

**GoA3**



Машинист может отсутствовать в кабине

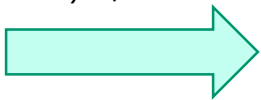
**GoA 4**



Машинист отсутствует в поезде

# АВТОНОМНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ ПАССАЖИРСКОГО ДВИЖЕНИЯ НА МОСКОВСКОМ ЦЕНТРАЛЬНОМ КОЛЬЦЕ

Передача информации в центр управления об обнаруженных препятствиях и экстренных ситуациях

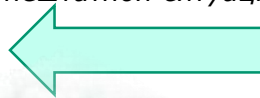


Машинное зрение



Цифровая связь  
LTE

Принятие решения машинистом оператором в случае нештатной ситуации



Центр удаленного управления



# ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗРЕНИЕ ЭЛЕКТРОПОЕЗДА ЭС2Г №113



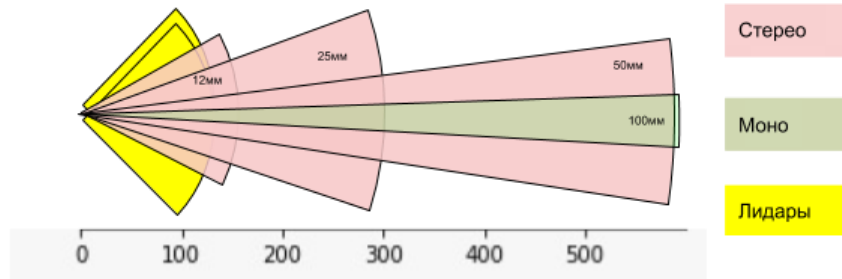
**ИК-камера**



**8-КАМЕР ЗА ЛОБОВЫМ СТЕКЛОМ**



**2-ЛИДАРА (ЛАЗЕРНЫХ СКАНЕРА)**



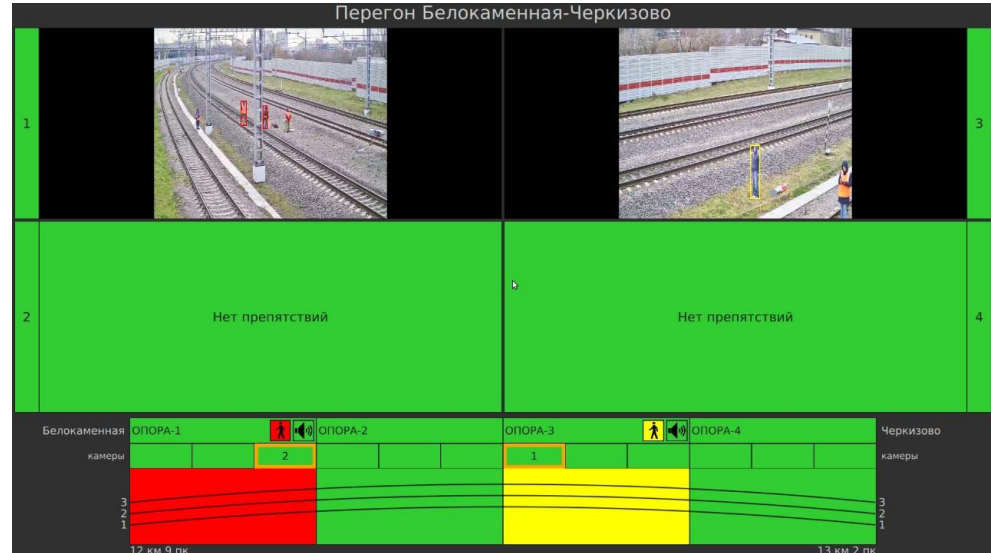
# ЭЛЕКТРОПОЕЗДА ЭС2Г №113






# 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



# Обеспечение безопасной посадки-высадки пассажиров

Платформа Крымская-1

ДИАГН 



Легенда для устройств

Тип	Состояние
видеосфера	активно
видеосфера	не включено
топ-камера	не включено
стереосфера	отсутствует устройство
ДИ-линей	
лифт	

Безопасная зона

Опасная зона

Межплатформенное пространство

Мертвая зона

10005

10004

10003

10002

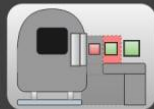
10001

Межплатформенное пространство

Мертвая зона

Безопасная зона

Опасная зона



**ДВИЖЕНИЕ РАЗРЕШЕНО**



# 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



# КЛАССИФИКАЦИЯ ПРЕПЯТСТВИЙ

№	Класс	Подкласс	Состояние или описание	Угроза препятствию	Угроза ТС
1	Человек	Взрослый человек	Стоит, идет, бежит, сидит, лежит	Да	Нет
		Ребенок	Стоит, идет, бежит, сидит, лежит		
2	Животное	Крупные животные (корова, лошадь, лось)	Стоит, идет, бежит, сидит, лежит	Да	Частично
		Средние и мелкие животные (собаки, кошки)	Стоит, идет, бежит, сидит, лежит	Да	Нет
3	Транспорт ЖД	Локомотивы, вагоны	Стоит В движении	Да	Да
4	Авт. транспорт	Автомобили, мотоциклы	Стоит, в движении	Да	Да
		велосипеды		Да	Нет
5	Статические препятствия	Крупные (площадь поперечного сечения в плоскости перпендикулярной рельсам более 0,5 м <sup>2</sup> )	Строительные конструкции, поваленные деревья, поваленные столбы	Нет	Да
		Средние (площадь поперечного сечения в плоскости перпендикулярной рельсам от 0,1 до 0,5 м <sup>2</sup> )	Коробки, кусты, части строительных конструкций	нет	частично
		Мелкие (площадь поперечного сечения менее 0,1 м <sup>2</sup> )	Тормозной башмак	нет	Да
			Кирпич	нет	частично
6	Дефекты пути	Излом рельс		нет	да
		Обрыв контактного провода		нет	да
7	Природные явления	Подтопление путей		нет	да
		Пожар		нет	да
		Путь под снегом		нет	частично
		Оползни, сели		нет	да

# 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**