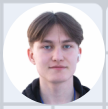
Всероссийский конкурс
детских инженерных изобретений
«Инженеры транспорта»

Первые

ИНЖЕНЕРЫ ТРАНСПОРТА




**Кардашов**
Дмитрий Сергеевич,
схемотехник-электронщик



**Андриянов**
Владислав Евгеньевич,
программист (комп. зрение)



**Штыров**
Артур Сергеевич,
инженер-конструктор

**Организация:** детский технопарк «Кванториум НЭЛ» (г. Пенза)

**Технологический партнёр:** ООО «ГеосАэро» (г. Пенза)


# АРГУС-01

## Переносной роботизированный комплекс для автономного мониторинга и диагностики на объектах железнодорожной инфраструктуры

### Описание решения

«Аргус-01» не заменяет вагон-путеизмеритель и дефектоскопы, а закрывает промежутки между их проходами, которые сейчас закрывает пеший обход.

**Проблема:** Между проходами диагностических средств путь осматривает пешком бригада из 2 человек (≈10 км за смену) на действующем пути.

**Решение:** Две рельсовые тележки на мотор-колёсах со съёмными поперечинами; над каждым рельсом — свой комплект датчиков, рельс задаёт маршрут.

**Универсальность:** Подходит для разных типов путей: магистральные, станционные, подъездные и метрополитен (1520 мм), европейская колея (1435 мм), узкоколейные и детские железные дороги (750 мм), промышленные и карьерные (600–1067 мм). Колея задаётся длиной поперечин и параметром ПО, пороги — под тип рельса (Р24–Р75). Проект начат под 1520 мм, на конкурсе — 750 мм без переделки тележек.

### Основные функции

**Автономность:** план — 90% операций без оператора, сейчас — не менее 70%; управление можно перехватить с пульта.

**Дефекты:** по запросу заказчика до 18 классов по № 2499р и № 2288р (код и степень опасности), на конкурсе — 3 класса.

**Компьютерное зрение:** нейросети в два этапа — поиск объектов на снимке, затем классификация; находит мелкие и частично перекрытые объекты на снимках высокого разрешения; тип определяется примерно в 8 случаях из 10; версии моделей фиксируются — результат воспроизводим. Проверено на нескольких тысячах снимков (десятки тысяч объектов).

**Результаты сейчас:** строка на экране оператора, снимок с рамкой и классом, журнал CSV и сводка по проходу.

**Нештатные ситуации:** препятствие — стоп за 0,5 м; потеря связи — стоп через 0,5 с; удар на стыке фиксирует IMU.

### Технические характеристики

| | |
|---|---|
| **Тип, скорость** | Рельсовый, 2 тележки, мотор-колёса Ø254 мм; 0,3–0,5 м/с |
| **Колея** | 750 мм / 1520 мм — смена поперечин |
| **Датчики** | 2 камеры, 4 лазерных дальномера, 2 IMU, 2 ультразвука |
| **Вычислитель** | Ноутбук с GPU, ESP32; Wi-Fi, пульт |
| **Работа/ход** | Прототип — до 15 мин / до 0,45 км; серийный — до 5 ч / до 9 км |
| **Масса, защита** | ≈40 кг, разборный; установка 15 мин; аварийный выключатель |

### Нормативная база

**ПТЭ железных дорог РФ** — приказ Минтранса России № 250 от 23.06.2022 · **Инструкция по текущему содержанию пути** — распоряжение ОАО «РЖД» № 2288р · **Классификация дефектов рельсов** — № 2499р · **Правила по охране труда на объектах инфраструктуры** — приказ Минтруда № 652н · **Эксплуатация съёмных подвижных единиц** — № 2676р ГОСТ Р 51685-2022, ГОСТ 32698-2014, ГОСТ IEC 60825-1-2013, ГОСТ 14254-2015

### Путь оператора

**1. Монтаж**
Перемещение оборудования в защитном корпусе по установленному маршруту и его установка на железнодорожные пути осуществляется в течение 15 минут.

**2. Инициализация**
Формирование задания на устройстве оператора включает установление параметров движения, таких как дистанция, а также выбор и активацию соответствующих датчиков и сенсоров.

**3. Проверка**
Калибровка колеи по шаблону, статус «норма».

**4. Диагностика пути**
Комплекс оборудования функционирует автономно, обеспечивая мониторинг состояния рельсового полотна. На экране устройства оператора отображается информация о выявленных дефектах и неисправностях. Пульт управления оснащен функциями аварийной остановки и дистанционного перехвата на расстоянии до 3 км в условиях прямой видимости (в стандартной комплектации).

**5. Отчёт**
Таблица дефектов, снимки и сводка сразу после прохода.

**6. Демонтаж**
Снятие комплекса с пути и укладка в защитный корпус.

### Экономическая и социальная целесообразность

| | |
|---|---|
| **Прототип** | 336 614 ₽: материалы 56 607, специалисты 158 584, оборудование 58 563, интеграция 62 859 |
| **Серийный комплект** | 1,02 млн ₽ при партии 100 шт. (44 % цены ПТ7МК) |
| **1 км осмотра** | 537 ₽ против 862 пешком (−38 %) |
| **Социальный эффект** | на 7 680 чел.-ч в год меньше работы людей На действующем пути |

**Выигрыш покупателя (дистанция пути):** общий парк на 2 соседние дистанции по 100 км, 4 осмотра в месяц, парку передано 50% пеших осмотров — 3 комплекса и 1 оператор; вложения 4,07 млн ₽, экономия 2,38 млн ₽ в год, окупаемость 21 мес, NPV за 5 лет 4,09 млн ₽ (ставка 14%); при 30% осмотров — 38 мес, при 70% — 20 мес.

### Отличительные особенности

| Аналог | + | — |
|---|---|---|
| Вагон-лаборатория «Интеграл» | ≈200 параметров, до 140 км/ч | дорого, проходы по графику, редко |
| Тележка ПТ-7МК | колея ± 1 мм | ≈2,3 млн руб, ведёт человек |
| RailPod (США) | автономна, камеры и лидар | колея 1435, в РФ недоступна |

**1.** **Измерение без контакта:** ступенька — разница «до/после» дальномера, колея — двумя дальномерами на рабочие грани.

**2.** **Отечественное компьютерное зрение:** разработка пензенской компании ООО «ГеосАэро», созданная под инфраструктуру РЖД; анализ на борту, без интернета и зарубежных сервисов.

**3.** **Свой датасет:** команда сама собрала и разметила > 1000 снимков российских путей (1520, Р65, скрепления КБ — нет в открытом доступе) и > 5000 зарубежных.

Экономическое обоснование

Материалы по проекту

Результат испытаний

Общая папка с материалами

