

1989-2024

НА СЛУЖБЕ БЕЗОПАСНОСТИ ДВИЖЕНИЯ  
ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ  
И МЕТРОПОЛИТЕНОВ



**Современные средства и методы диагностики  
железнодорожной инфраструктуры.  
Определение возможных причин шума и  
вибрации.**

*Алексей Юрьевич Луговский, к.ф.-м.н.*

## АО «Фирма ТВЕМА» О КОМПАНИИ



- ✓ **АО «Фирма ТВЕМА»** – это частная компания, основанная в 1989 году.
- ✓ Центральный офис, специализированный производственно-ремонтный и учебный центр компании расположены в Москве, также действуют филиалы в Иркутске, Новосибирске, Московской и Калужской областях, открыты региональные офисы в Пекине, Сербии и Нью-Дели.
- ✓ Штат более 400 сотрудников, из них более 200 инженеров.
- ✓ Весь жизненный цикл продукции от идеи до практической реализации и послепродажной поддержки осуществляется компанией самостоятельно.
- ✓ Специализированный производственно-ремонтный центр включает подъездные пути, ремонтные и обслуживающие цеха, офисные и лабораторные помещения, которые занимают площадь более чем 20000 м<sup>2</sup>.
- ✓ Собственный учебный центр с 2010 года подготовил более 10000 специалистов.
- ✓ Наши инновационные продукты и технологии успешно работают в более чем 30 странах мира на 5 континентах.

## НАПРАВЛЕНИЕ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ КОМПАНИИ

Основным направлением деятельности компании ТВЕМА сегодня является разработка, производство и поставка контрольно-измерительных, диагностических систем и комплексов для обеспечения безопасности объектов железнодорожной инфраструктуры.

***АО «Фирма ТВЕМА» является единственным в мире производителем, имеющим в линейке продукции все виды средств диагностики железнодорожной инфраструктуры и выполняющим все виды работ по созданию, производству и обслуживанию этих средств.***

### Средства диагностики и услуги:

- ✓ Вагоны-лаборатории различных модификаций;
- ✓ Технологические машины на комбинированном ходу различного назначения;
- ✓ Самоходные автомотрисы различных модификаций;
- ✓ Диагностические и измерительные комплексы для железных дорог и метрополитенов;
- ✓ Съёмные и ручные средства;
- ✓ Технический аудит железнодорожной инфраструктуры;
- ✓ Сервисное обслуживание и капитальный ремонт;
- ✓ Подготовка специалистов технической диагностики.

### Системы и комплексы:

- ✓ Ультразвукового, магнитного и вихретокового контроля;
- ✓ Контроля геометрических параметров рельсовой колеи и рельсов;
- ✓ Видеоконтроля;
- ✓ Контроля габаритов приближения строений;
- ✓ Контроля балластной призмы;
- ✓ Контроля параметров контактной сети;
- ✓ Контроля систем СЦБ и ЖАТ;
- ✓ Контроля параметров радиосвязи;
- ✓ Лубрикации;
- ✓ Георадиолокации земляного полотна.





**ПОСТАВЛЕНО НА ЖЕЛЕЗНЫЕ ДОРОГИ И МЕТРОПОЛИТЕНЫ МИРА:**

- ✓ **мобильные средства диагностики – более 400**
- ✓ **ручные и съёмные диагностические средства – более 5 000**

**1** Ежегодно проверяем более **3 600 000** км железных дорог и метрополитенов мира

**2** Работаем на **5** континентах в **30** странах мира

**3** **85%** парка мобильных средств диагностики России – изделия компании ТВЕМА

## ОПЫТ РАЗРАБОТКИ И ПРОИЗВОДСТВА ДИАГНОСТИЧЕСКИХ СРЕДСТВ

### Московский метрополитен



- ✓ Вагоны-дефектоскопы — 2 шт.
- ✓ Вагон-путеизмеритель — 1 шт.
- ✓ Диагностические комплексы «Синергия» — 2 шт.

### Петербургский метрополитен



- ✓ Вагон-дефектоскоп — 1 шт.
- ✓ Вагон-путеизмеритель — 1 шт.
- ✓ Вагон СЦБ и радиосвязи — 1 шт.

### Бакинский метрополитен



- ✓ Диагностический комплекс «Синергия» — 1 шт.

### Пекинский метрополитен



- ✓ Диагностический комплекс на базе автомотрисы — 1 шт.

### Метрополитен Сан-Паулу (Бразилия)



- ✓ Автономные тепловизионные системы — 2 шт.

### Система легкорельсового общественного транспорта (Маврикий)



- ✓ Диагностический комплекс на комбинированном ходу — 1 шт.

АО «Фирма ТВЕМА»

# ОПЫТ КОМПАНИИ ПО РАЗРАБОТКЕ И ВНЕДРЕНИЮ МОБИЛЬНЫХ И КОМПЛЕКСНЫХ СРЕДСТВ ДИАГНОСТИКИ



ВАГОНЫ-ДЕФЕКТОСКОПЫ



ВАГОН-ПУТЕИЗМЕРИТЕЛЬ



ДИАГНОСТИЧЕСКИЕ КОМПЛЕКСЫ



АВТОНОМНАЯ ТЕПЛОВИЗИОННАЯ СИСТЕМА

АО «Фирма ТВЕМА»

# ОПЫТ КОМПАНИИ ПО РАЗРАБОТКЕ И ВНЕДРЕНИЮ МОБИЛЬНЫХ И КОМПЛЕКСНЫХ СРЕДСТВ ДИАГНОСТИКИ



ДИАГНОСТИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС ПРОЕКТА «СИНЕРГИЯ»

АО «Фирма ТВЕМА»

# ОПЫТ КОМПАНИИ ПО РАЗРАБОТКЕ И ВНЕДРЕНИЮ МОБИЛЬНЫХ И КОМПЛЕКСНЫХ СРЕДСТВ ДИАГНОСТИКИ



ВАГОН-ДЕФЕКТОСКОП



ВАГОН-ПУТЕИЗМЕРТЕЛЬ



ВАГОН СЦБ И РАДИОСВЯЗИ



АО «Фирма ТВЕМА»

# ОПЫТ КОМПАНИИ ПО РАЗРАБОТКЕ И ВНЕДРЕНИЮ МОБИЛЬНЫХ И КОМПЛЕКСНЫХ СРЕДСТВ ДИАГНОСТИКИ



АВТОНОМНЫЕ ТЕПЛОВИЗИОННЫЕ СИСТЕМЫ

АО «Фирма ТВЕМА»

# ОПЫТ КОМПАНИИ ПО РАЗРАБОТКЕ И ВНЕДРЕНИЮ МОБИЛЬНЫХ И КОМПЛЕКСНЫХ СРЕДСТВ ДИАГНОСТИКИ

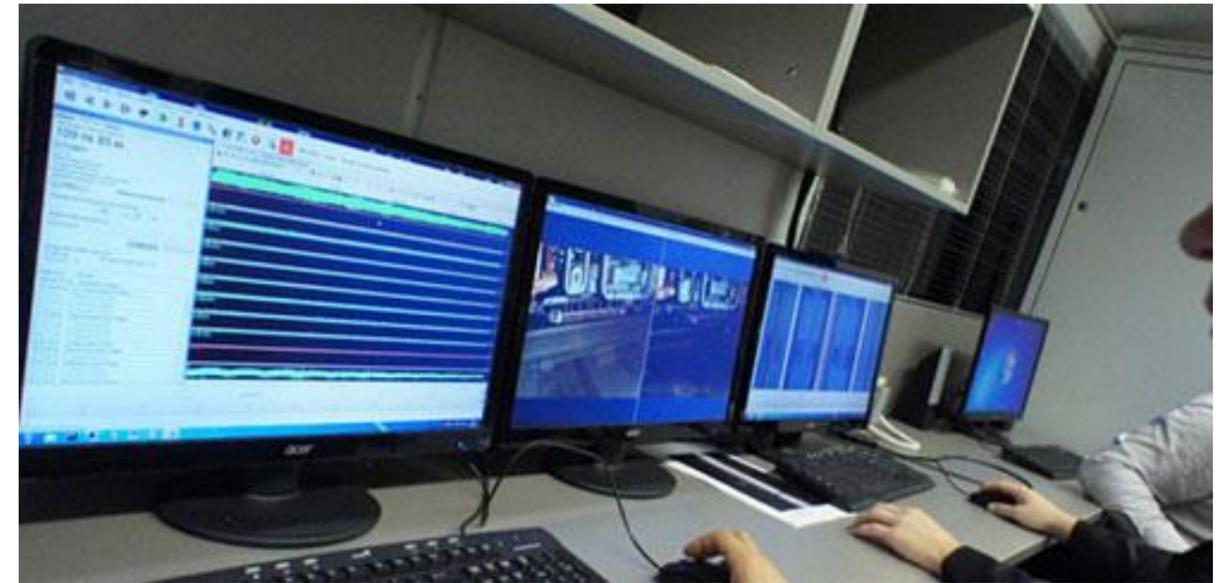


МОБИЛЬНЫЙ ДИАГНОСТИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС НА КОМБИНИРОВАННОМ ХОДУ

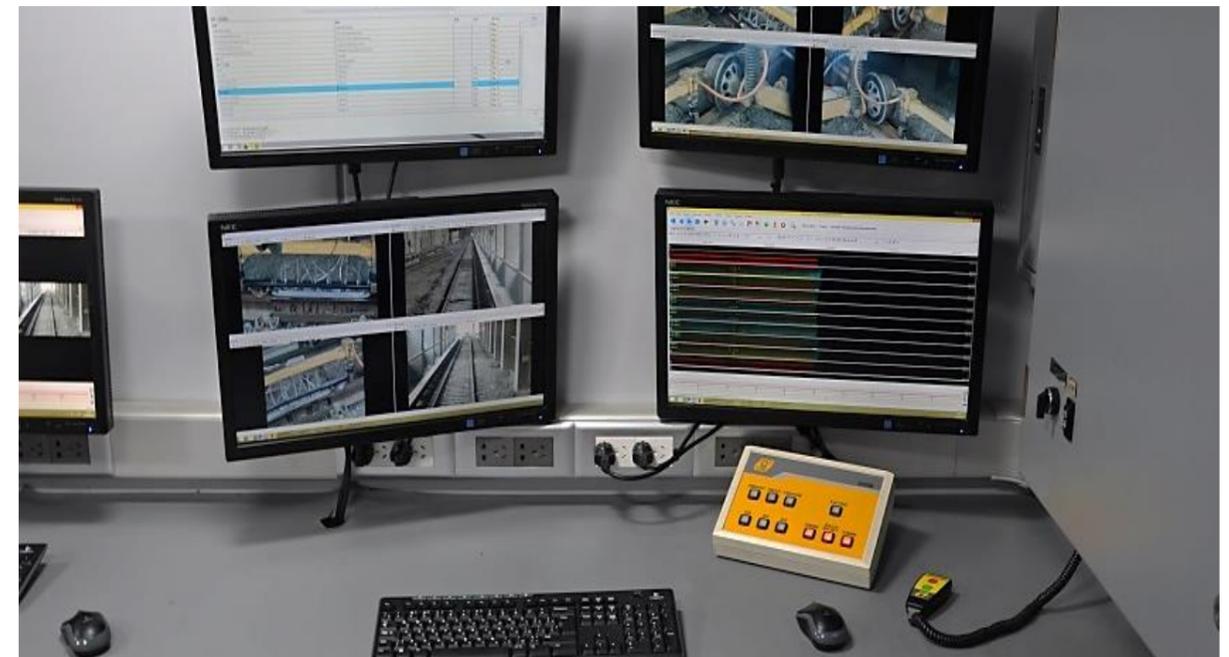
АО «Фирма ТВЕМА»

## ОПЫТ КОМПАНИИ ПО РАЗРАБОТКЕ И ВНЕДРЕНИЮ МОБИЛЬНЫХ И КОМПЛЕКСНЫХ СРЕДСТВ ДИАГНОСТИКИ

ДИАГНОСТИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС БАКИНСКОГО МЕТРОПОЛИТЕНА



ДИАГНОСТИЧЕСКАЯ АВТОМОТРИСА ПЕКИНСКОГО МЕТРОПОЛИТЕНА



АО «Фирма ТВЕМА»

# ОПЫТ КОМПАНИИ ПО РАЗРАБОТКЕ И ВНЕДРЕНИЮ МОБИЛЬНЫХ И КОМПЛЕКСНЫХ СРЕДСТВ ДИАГНОСТИКИ

**АКТ**  
**технической приемки вагона-лаборатории**  
**нового изготовления**  
*(с комплексом АКИК в транспортном положении)*

«28» февраля 2018 г. г. Санкт-Петербург

Вагон-лаборатория модели 81-717.5Л, заводской номер №006.

Постройки 2018 года.

Изготовлен в соответствии с Договором № 200000000000000066091 от «11» января 2017 г.

Прошёл техническую приемку на заводе – изготовителе (с комплексом АКИК в транспортном положении)

**От Поставщика:**

Руководитель предприятия \_\_\_\_\_ (В.Ф. Тарабрин)

Руководитель отдела качества (ОТК) предприятия \_\_\_\_\_ (Ю.А. Гришанин)

**От Заказчика**

Инспектор-приемщик заводской \_\_\_\_\_ **С.Е. Веденеев**  
Управления \_\_\_\_\_ **Ст. инспектор-приемщик**  
\_\_\_\_\_ **аппарата гл.реvisора**  
\_\_\_\_\_ **(В.С. Фуфаев)**

Представитель службы Ш \_\_\_\_\_ (Л.М. Лукиных)

УТВЕРЖДАЮ:

Начальник Службы пути  
\_\_\_\_\_ Г.С Павлов  
« 01 » 12 2016 г.

АКТ приёмки выполненных работ № 204838 от «01» декабря 2016 года  
(№ заявки) (дата завершения работ)

Служба пути  
(наименование подразделения-исполнителя)  
изготовление вагона-дефектоскопа для метрополитена  
(наименование работ)

Приёмочная комиссия, назначенная приказом № 336 от «28» «марта» 2016 года.

УСТАНОВИЛА:

1. Работы по изготовлению вагона-дефектоскопа выполнены по договору: № 200000000000000059043 от «11» «ноября» 2015 года.

Начало работ «15» «ноября» 2015 года Окончание работ «01» «декабря» 2016 года.

2. Выполнение работ производилось в соответствии с \_\_\_\_\_ Приказом № 1220 от 10.09.2015 г.  
(номер, дата, указание о производстве работ или иное)

3. Работы по изготовлению вагона-дефектоскопа выполнялись \_\_\_\_\_  
АО «ФИРМА ТВЕМА»  
(наименование подрядной организации, дистанции участка)

4. Техническое задание на изготовление вагона-дефектоскопа согласовано \_\_\_\_\_  
( \_\_\_\_\_ НГ, Т, ТО, ТХО, ТЧ-1, ГРБ, П, Ш \_\_\_\_\_  
(наименование подразделений, сокращённое обозначение)

5. Перечень замечаний к выполненным работам указан в таблице (приложение № 1 к акту).

6. Стоимость выполненных работ по изготовлению вагона-дефектоскопа в соответствии с договором составляет 65 354 646.54 (шестьдесят пять миллионов триста пятьдесят четыре тысячи шестьсот сорок шесть рублей 54 копейки).

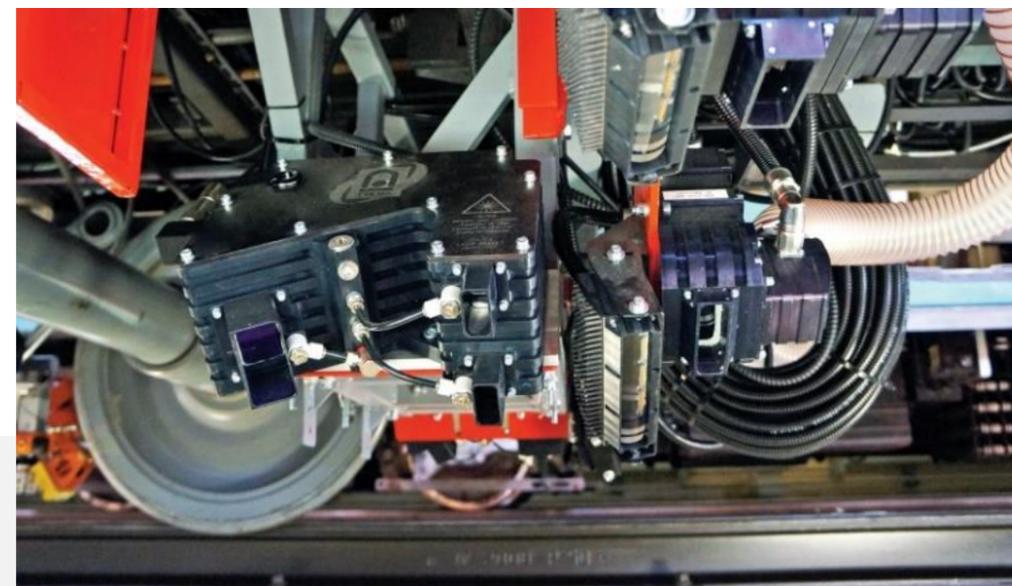
7. Изготовление вагона-дефектоскопа в соответствии с договором выполнялось поэтапно. Актом от 01.06.2016 № 204838 приняты работы 1 этапа по изготовлению вагона дефектоскопа – формирование базы вагона (приложение 2 к акту). Актом от 01.09.2016 № 204838 приняты работы 2 этапа по изготовлению вагона-дефектоскопа – монтаж дефектоскопного оборудования и оборудования салона вагона вагона-дефектоскопа (приложение 3 к акту).

8. Выполнена техническая приёмка вагона-дефектоскопа, по результатам приёмки составлен акт технической приёмки вагона-дефектоскопа нового изготовления от 15.09.2016 № б/н. Проведены работы и проверки при подготовке вагона-дефектоскопа к обкатке на парковых путях электродепо, по результатам составлен акт о выполнении работ и проверок при подготовке вагона-дефектоскопа к обкатке на парковых путях электродепо от 17.11.2016 № б/н.

9. Проведены обкаточные испытания вагона дефектоскопа на парковых путях, по результатам испытаний составлен акт обкатки вагона-дефектоскопа на парковых путях электродепо от

АО «Фирма ТВЕМА» является разработчиком и держателем конструкторской документации на вагоны 81-714.6Д и 81-717.5Л.

АО «Фирма ТВЕМА»  
КОМПЛЕКСНЫЕ СРЕДСТВА ДИАГНОСТИКИ



*Скоростные диагностические комплексы для метрополитенов проекта **СИНЕРГИЯ***

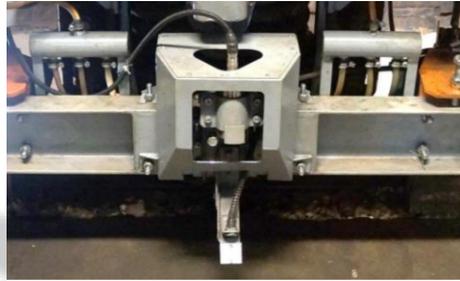
АО «Фирма ТВЕМА»

# ДИАГНОСТИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ МЕТРОПОЛИТЕНА «СИНЕРГИЯ»

ТЕПЛОВИЗИОННЫЙ  
КОНТРОЛЬ



КОНТРОЛЬ ТРЕТЬЕГО РЕЛЬСА



ОБЗОРНОЕ ВИДЕО



СИСТЕМА ПРОСТРАНСТВЕННОГО  
СКАНИРОВАНИЯ



КОНТРОЛЬ  
СЦБ и СВЯЗИ



КОНТРОЛЬ  
ВОЛНООБРАЗНОГО  
ИЗНОСА РЕЛЬСОВ



КОНТРОЛЬ СОСТОЯНИЯ ГЕОМЕТРИИ  
РЕЛЬСОВОЙ КОЛЕИ, СТРЕЛОЧНЫХ  
ПЕРЕВОДОВ И РЕЛЬСОВ



СИСТЕМА ВЫСОКОСКОРОСТНОЙ РЕЛЬСОВОЙ  
ДЕФЕКТОСКОПИИ



ВИДЕОКОНТРОЛЬ  
СОСТОЯНИЯ РЕЛЬСОВ И  
РЕЛЬСОВЫХ СКРЕПЛЕНИЙ



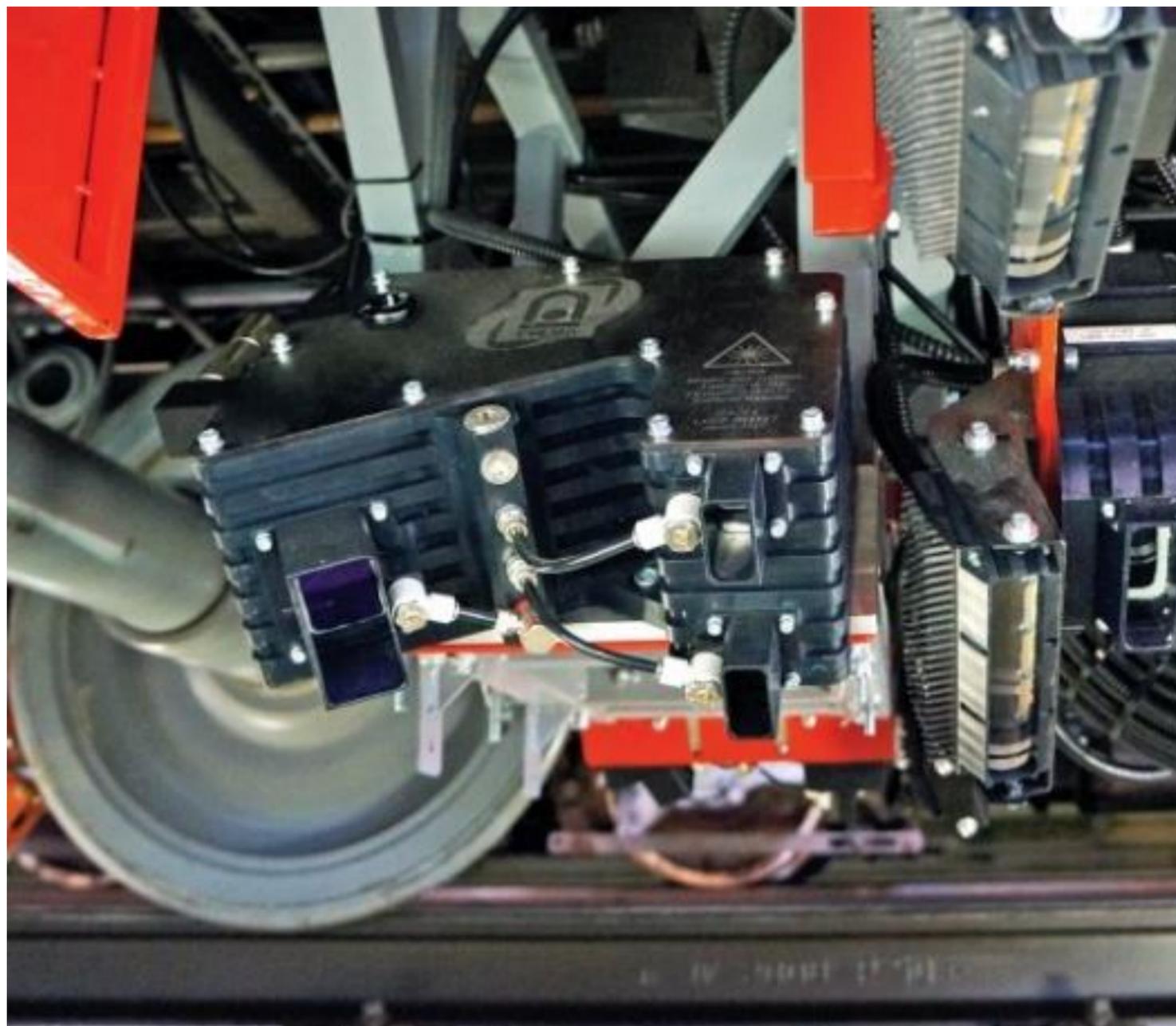
*В связи с тем, что системы ГЛОНАСС/GPS и принятая на жд система привязки к километровым столбам в метрополитене не могут использоваться, реализована система привязки к электронным (RFID) меткам пути, разрывам контактного рельса, стрелочным переводам и другим объектам инфраструктуры.*

**Диагностический комплекс для контроля железнодорожной инфраструктуры должен быть оснащен инновационными системами диагностики**

1. Бесконтактная лазерно-оптическая система контроля основных и дополнительных параметров геометрии рельсовой колеи, стрелочных переводов и параметров рельсов;
2. Система комплексной дефектоскопии рельсов;
3. Система видеорегистрации рельсов, стыков, скреплений, острияков (верхнего строения пути);
4. Система видеорегистрации контактного рельса, состояния узлов, кронштейнов и коробов контактного рельса;
5. Система обзорного видеонаблюдения инфраструктуры метрополитена;
6. Бесконтактная лазерно-оптическая система контроля положения и температуры контактного рельса;
7. Система контроля ускорений кузова, ходовых тележек и буксовых узлов (система контроля плавности хода);
8. Система контроля стыковых зазоров и температуры рельсов;
9. Комплексная система пространственного сканирования и контроля габаритов;
10. Система тепловизионного контроля энергоинфраструктуры метрополитена;
11. Система гиперспектральной диагностики тоннелей метрополитена (например, поиск протечек);
12. Система проверки оборудования контроля нагрева букс (КТСМ);
13. Система контроля оборудования СЦБ;
14. Система контроля поездной радиосвязи;
15. Система привязки к электронной разметке пути и объектам инфраструктуры;
16. Система фиксации и распознавания рельсовых пересечений.

АО «Фирма ТВЕМА»

## ЛАЗЕРНО-ОПТИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС ИЗМЕРЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ ПУТИ, СТРЕЛОЧНЫХ ПЕРЕВОДОВ И РЕЛЬСОВ «СОКОЛ-3»



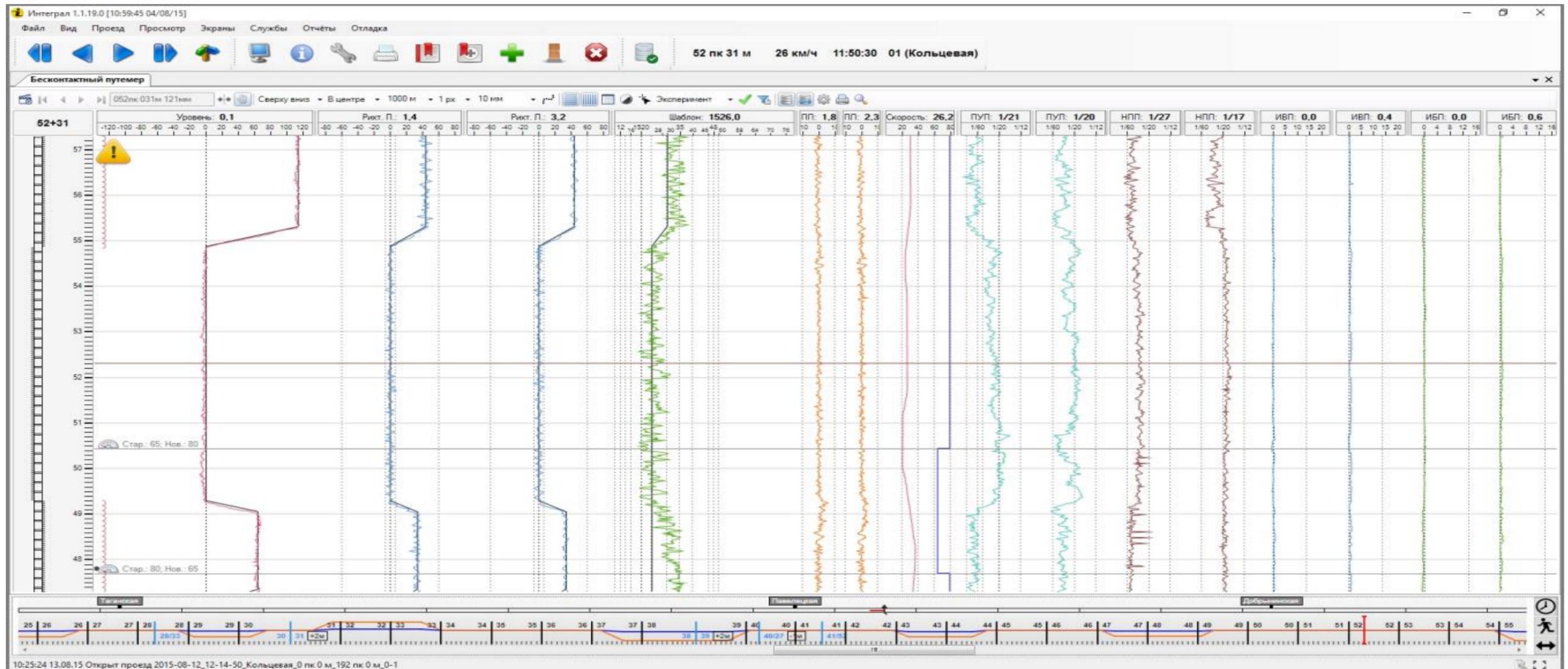
Система позволяет получать точные данные измерений на высоких скоростях, благодаря сочетанию двух методов - оптической триангуляции и инерциального.

Первый метод применяется для бесконтактного измерения положения и геометрии обеих нитей рельсов и элементов стрелочных переводов с помощью осветительных лазеров и приемных видеокамер.

Второй основан на применении бесплатформенной инерциальной навигационной системы для автоматического определения своих характеристик движения и параметров ориентации в трехмерном пространстве в реальном масштабе времени.

АО «Фирма ТВЕМА»

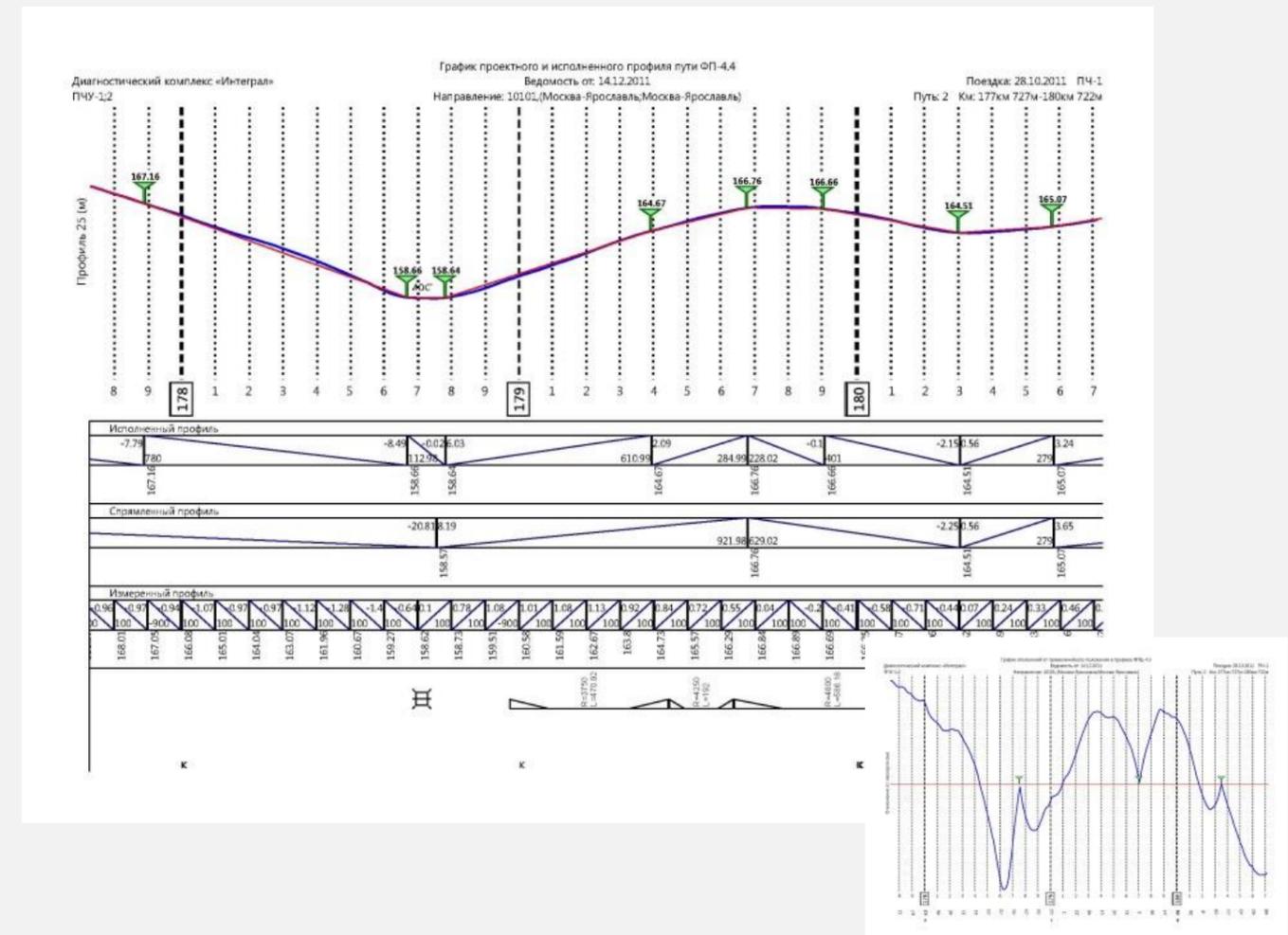
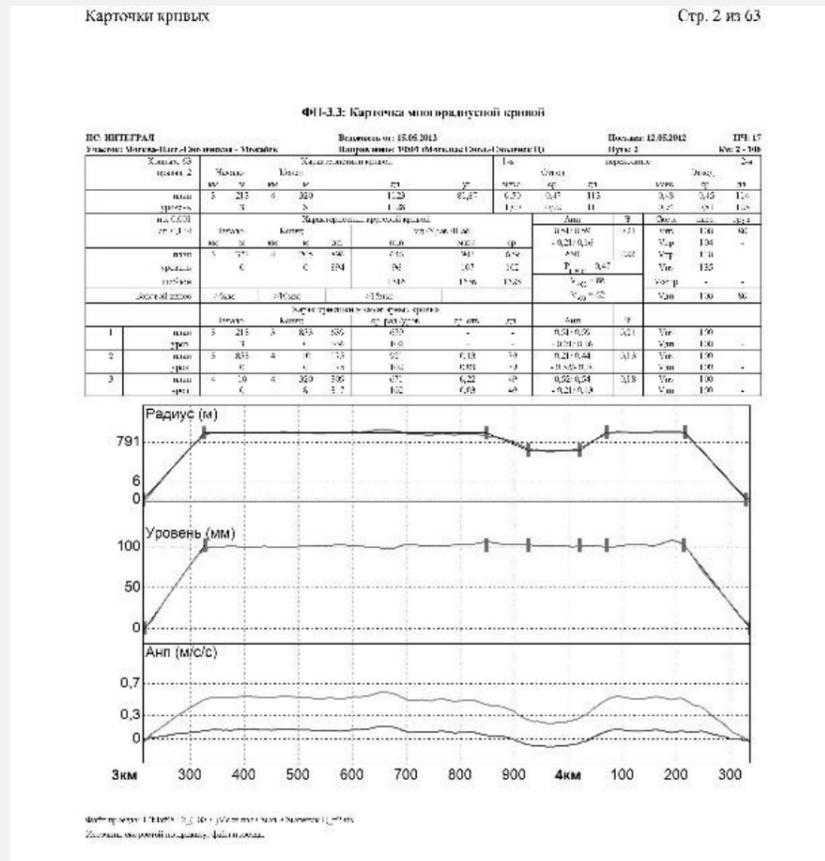
# ЛАЗЕРНО-ОПТИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС ИЗМЕРЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ ПУТИ, СТРЕЛОЧНЫХ ПЕРЕВОДОВ И РЕЛЬСОВ «СОКОЛ-3»



Данные, считываемые по ходу движения, поступают на бортовой контрольно-вычислительный комплекс, который обеспечивает визуализацию и регистрацию геометрических параметров рельс и рельсовой колеи, а также параметров выявленных отступлений от норм содержания в соответствии с нормативно-технической документацией метрополитена.

**Любое отступление получает как количественную, так и качественную оценку и привязывается к конкретным координатам.**

# АО «Фирма ТВЕМА» ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ПАРАМЕТРЫ



**Контроль параметров устройств кривых участков пути:**

- ✓ оценка;
- ✓ паспортизация;
- ✓ моделирование кривых.

**Контроль параметров положения пути в продольном профиле и плане:**

- ✓ проектный и фактический продольный профиль пути;
- ✓ длинные неровности в плане и профиле.

## ПАРАМЕТРЫ СТРЕЛОЧНЫХ ПЕРЕВОДОВ

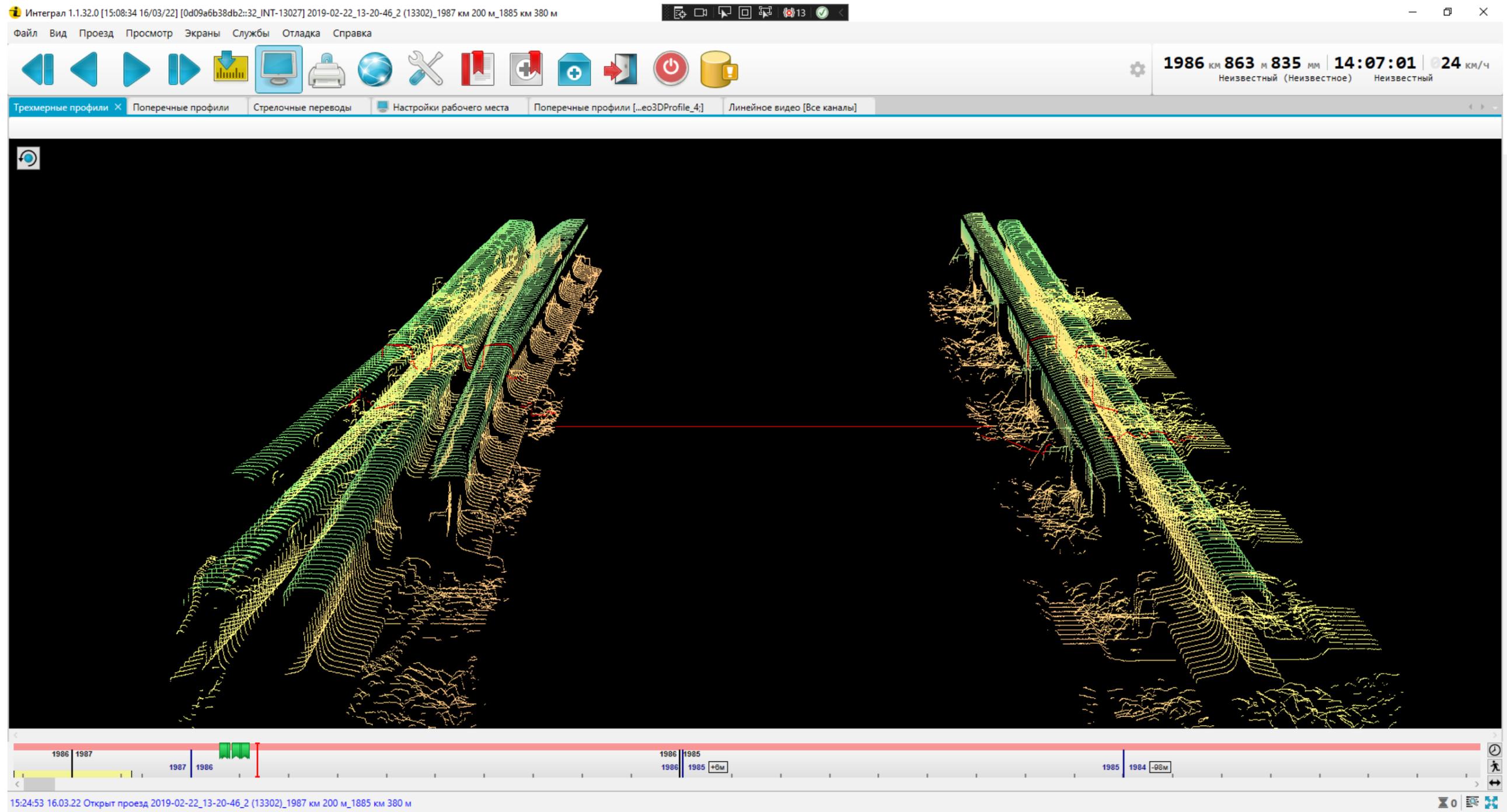
Наименование параметра
Ширина рельсовой колеи в контрольных сечениях и на всем протяжении стрелочного перевода, мм
Уровень (взаимное возвышение рельсовых нитей в контрольных сечениях и на всем протяжении стрелочного перевода), мм
Ширина желобов в контрольных сечениях крестовины, контррельса, между сердечником и усовиком, мм
Ширина желобов башмакосбрасывателя, мм
Длина выкрашивания остряка от острия до первой стрелочной тяги или подвижного сердечника, мм *
Понижение остряка против рамного рельса и подвижного сердечника крестовины против усовика, мм
Расстояние между рабочей гранью сердечника крестовины и рабочей гранью головки контррельса, мм
Расстояние между рабочими гранями головки контррельса и усовика, мм
Расстояние между рабочей гранью головки рамного рельса и нерабочей гранью остряка, мм
Укрытие остряка *
Шаг остряка, мм
Зазор между рамным рельсом и остряком, подвижным сердечником и усовиком крестовины, мм *
Взаимное положение остряка и рамного рельса, мм
Вертикальный износ элементов стрелочных переводов, мм
Боковой износ элементов стрелочных переводов, мм
Износ контррельсов, сердечника, усовика, мм
Величины вертикальной и горизонтальной ступенек в рельсовом соединении стрелочного перевода, мм
Величина стыкового зазора, мм *
Ординаты переводной кривой, мм
Подуклонка рельсов, tg
Излом остряка или рамного рельса, излом крестовины (сердечника, усовика или контррельса) *
Разрыв контррельсового болта в одноболтовом или обоих в двухболтовом вкладыше *
Разъединение стрелочных остряков и подвижных сердечников крестовин с тягами *
Негодные переводные брусья *
Отсутствие болтов, шурупов, гаек *
Наличие, надрыв, излом накладок *
Выкрашивание остряка или подвижного сердечника *
Зазор в стыках поворотных остряков и сердечников *
Прилегание остряков и подвижных (поворотных) сердечников к подушкам, мм
Просвет между рабочей гранью упорных накладок и шейкой остряка или подвижного (поворотного) сердечника, мм

**Система измерения параметров стрелочных переводов «СОКОЛ-3» совместно с видеоизмерительной системой позволяет в автоматическом режиме контролировать более 40 параметров стрелочных переводов.**

\* С использованием видеоизмерительной системы.

# АО «Фирма ТВЕМА»

## КОМПЛЕКСНЫЙ КОНТРОЛЬ СТРЕЛОЧНЫХ ПЕРЕВОДОВ

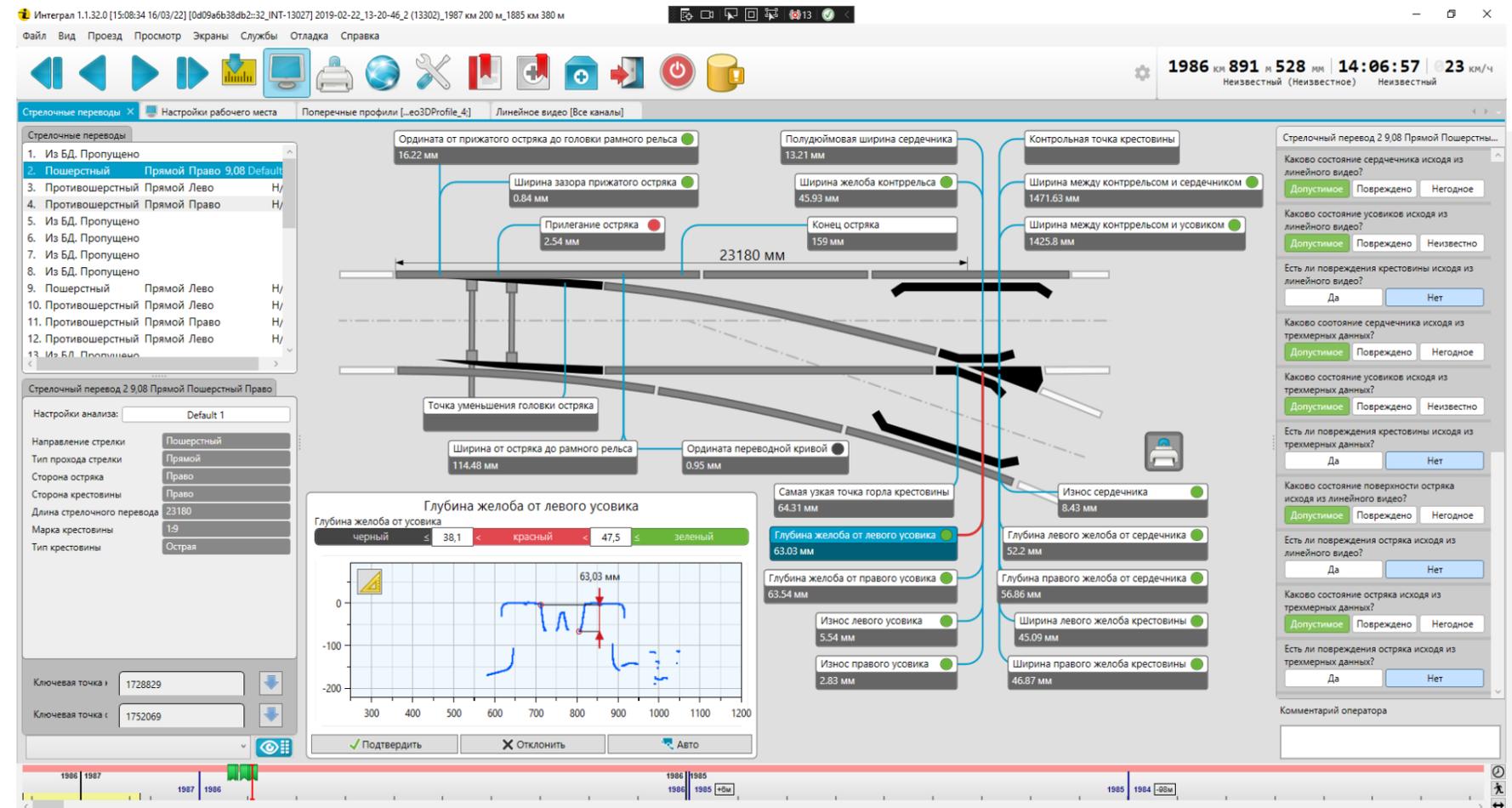


*Система позволяет построить трехмерную модель стрелочного перевода и анализировать взаимодействие колесной пары подвижного состава и элементов стрелочного перевода.*

# АО «Фирма ТВЕМА» КОМПЛЕКСНЫЙ КОНТРОЛЬ СТРЕЛОЧНЫХ ПЕРЕВОДОВ

## Модуль измерения параметров стрелочных переводов

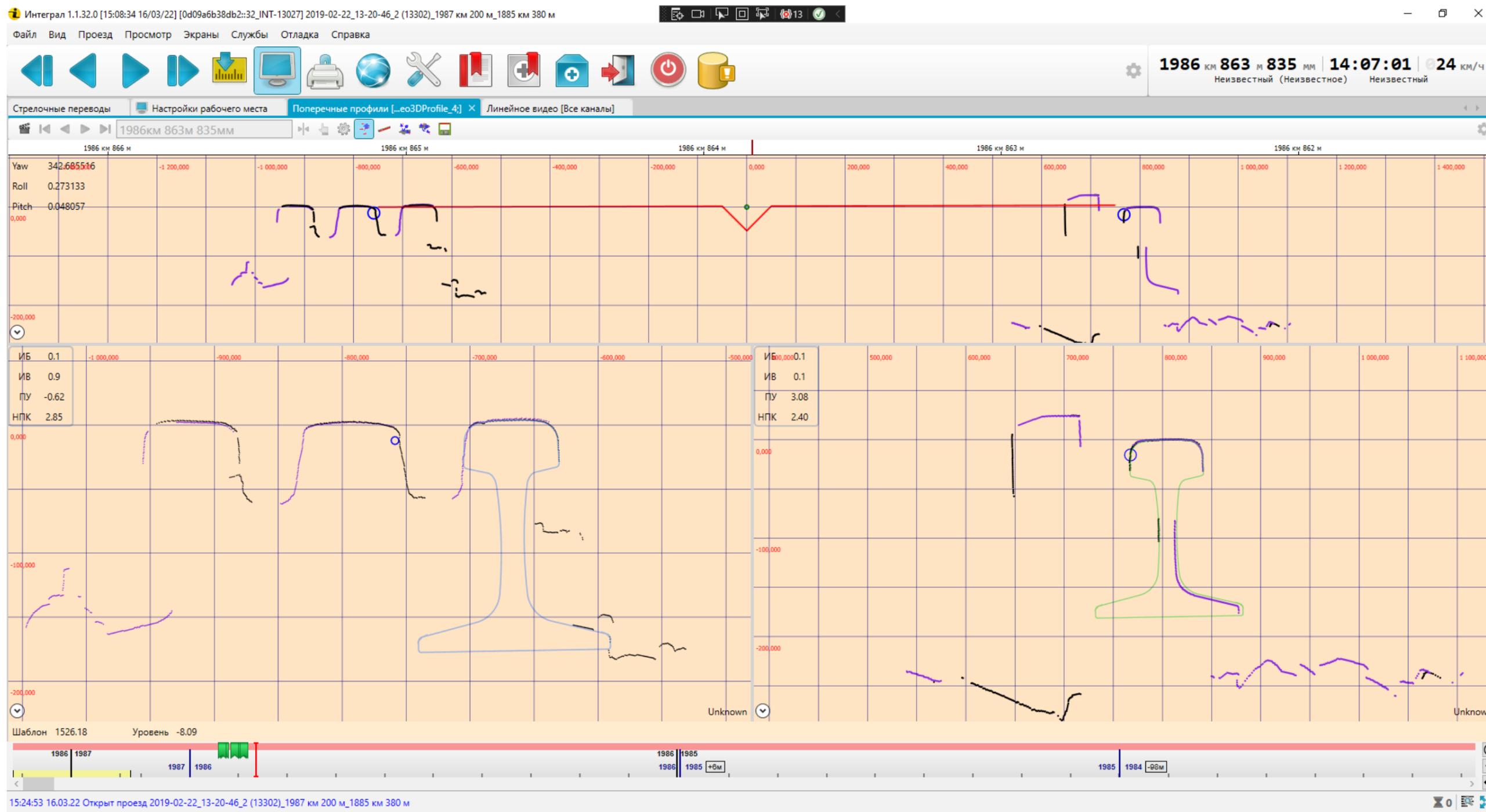
Данный модуль позволяет работать с параметрами стрелочных переводов различного типа, обрабатывать информацию по заданным оператором параметрам, после чего формировать отчетные формы. 3х мерная модель стрелочного перевода строится на основе данных лазерного сканирования оптическими триангуляционными датчиками системы СОКОЛ-3.



Анализ данных происходит при помощи нейронной сети, которая обучена на определение типа и параметров различных стрелочных переводов, также реализована возможность добавления новых типов стрелочных переводов.

# АО «Фирма ТВЕМА»

## КОМПЛЕКСНЫЙ КОНТРОЛЬ СТРЕЛОЧНЫХ ПЕРЕВОДОВ



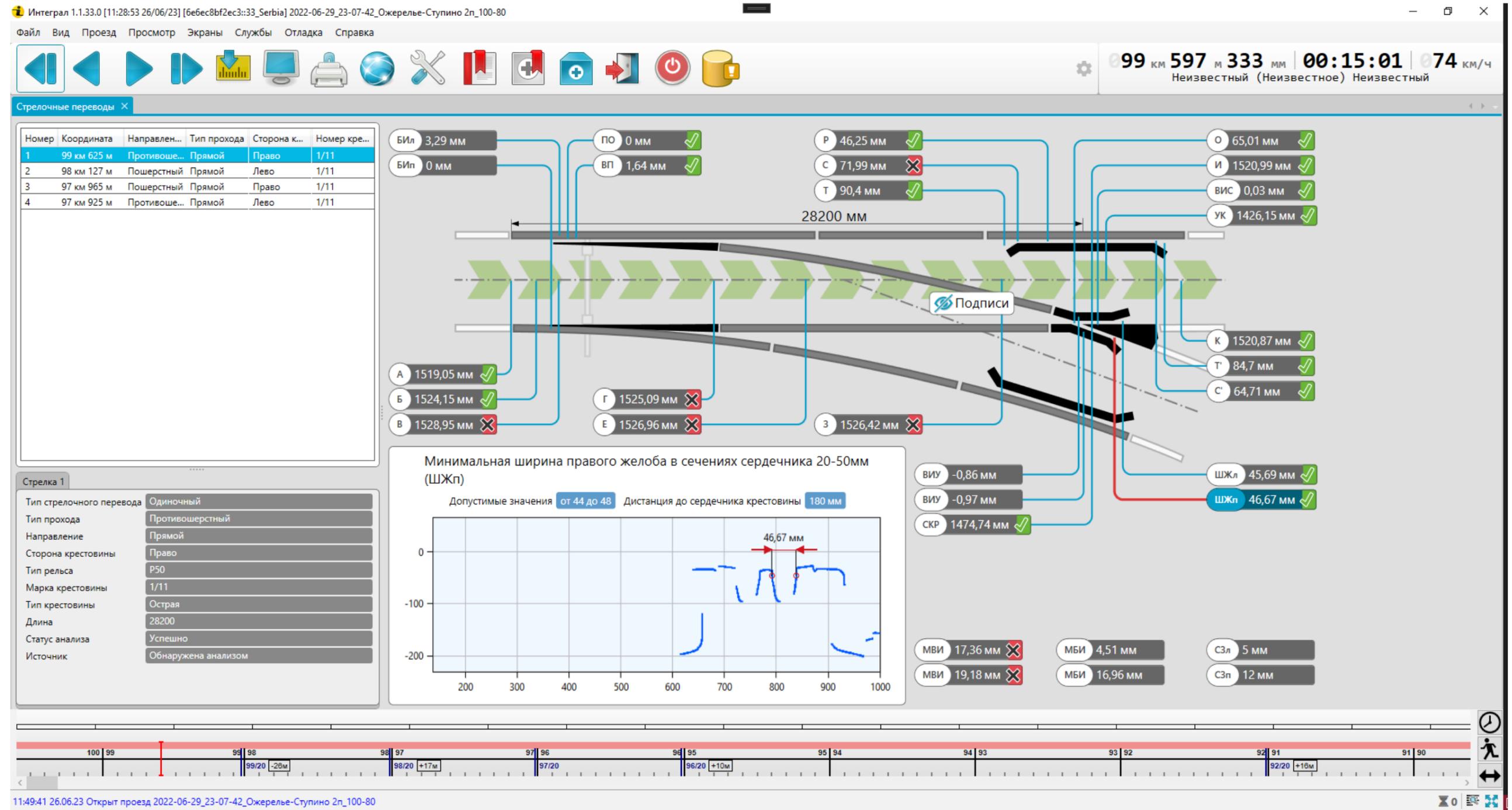
На схеме отображаются места измерения тех или иных параметров и возможен вывод профиля рельс в любой интересующей части стрелочного перевода.

# АО «Фирма ТВЕМА»

## КОМПЛЕКСНЫЙ КОНТРОЛЬ СТРЕЛОЧНЫХ ПЕРЕВОДОВ



Система производит анализ в автоматическом режиме, но доступен ряд инструментов для контроля параметров оператором.



Ширина правого желоба

# РАБОТА СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ СТРЕЛОЧНЫХ ПЕРЕВОДОВ

Интеграл 1.1.33.0 [11:28:53 26/06/23] [бесес8bf2ес3::33\_Serbia] 2022-06-29\_23-07-42\_Ожерелье-Ступино 2п\_100-80

Файл Вид Проезд Просмотр Экраны Службы Отладка Справка

99 км 597 м 153 мм | 00:15:01 | 74 км/ч  
Неизвестный (Неизвестное) Неизвестный

Стрелочные переводы

Номер	Координата	Направлен...	Тип прохода	Сторона к...	Номер кре...
1	99 км 625 м	Противоше...	Прямой	Право	1/11
2	98 км 127 м	Пошерстный	Прямой	Лево	1/11
3	97 км 965 м	Пошерстный	Прямой	Право	1/11
4	97 км 925 м	Противоше...	Прямой	Лево	1/11

Стрелка 1

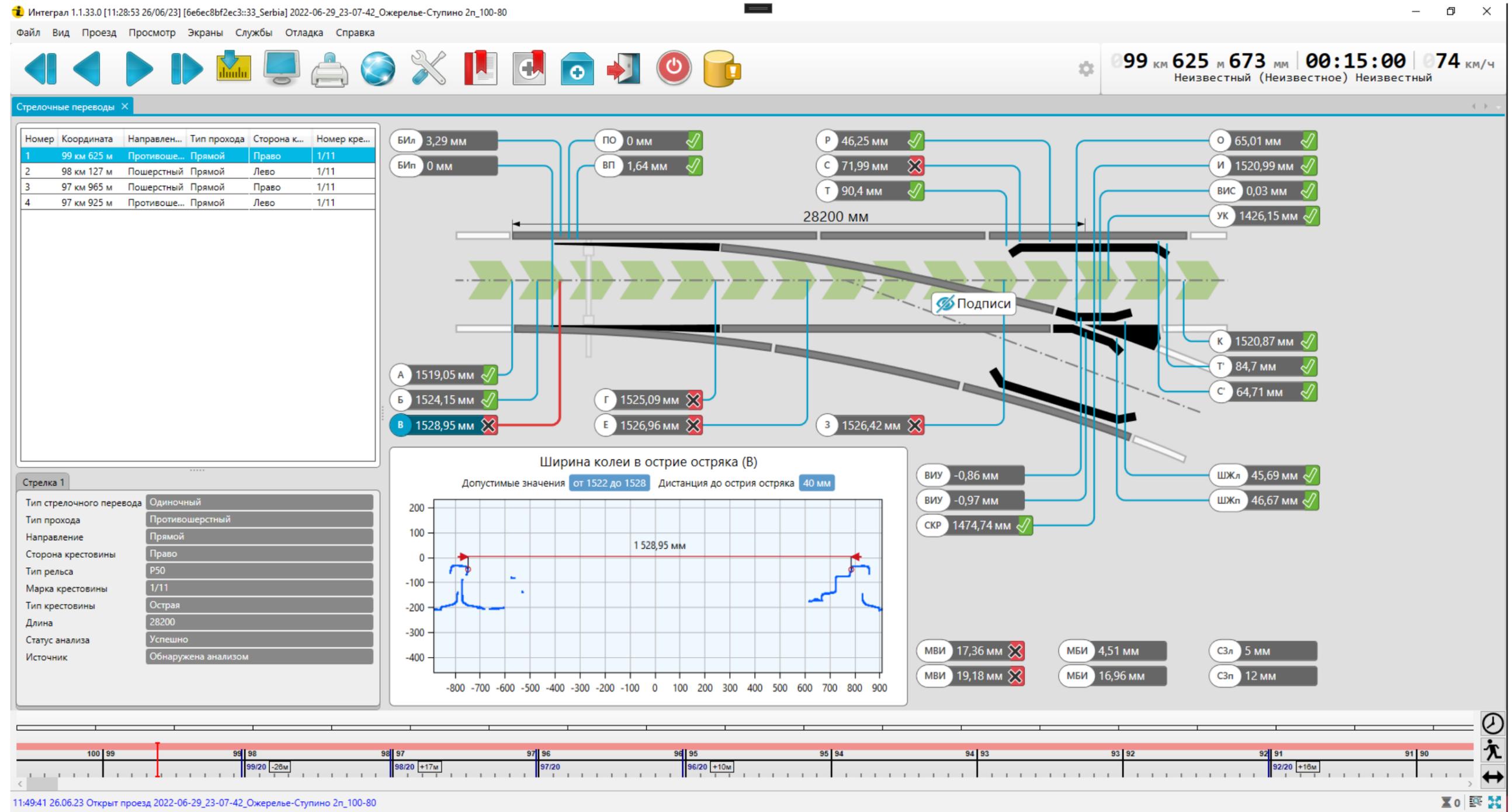
Тип стрелочного перевода: Одиночный  
 Тип прохода: Противошерстный  
 Направление: Прямой  
 Сторона крестовины: Право  
 Тип рельса: P50  
 Марка крестовины: 1/11  
 Тип крестовины: Острая  
 Длина: 28200  
 Статус анализа: Успешно  
 Источник: Обнаружена анализом

Дистанция между рабочим усовиком и контррельсом (УК)  
 Допустимые значения < 1435 Дистанция до сердечника крестовины 360 мм

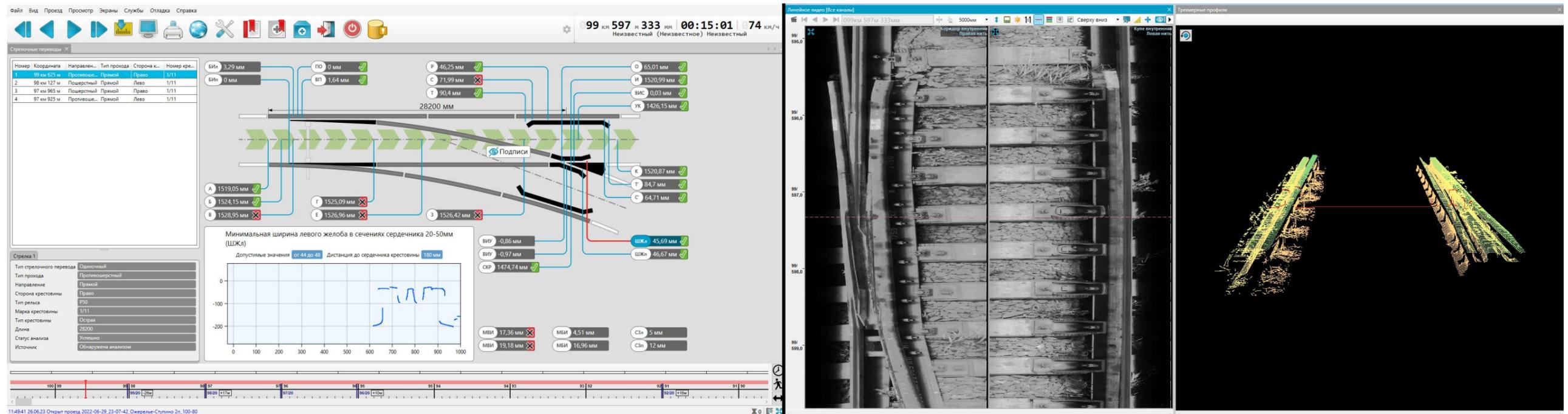
1426,15 мм

11:49:41 26.06.23 Открыт проезд 2022-06-29\_23-07-42\_Ожерелье-Ступино 2п\_100-80

## Расстояние между усовиком и контррельсом



Ширина колеи в острие остряка

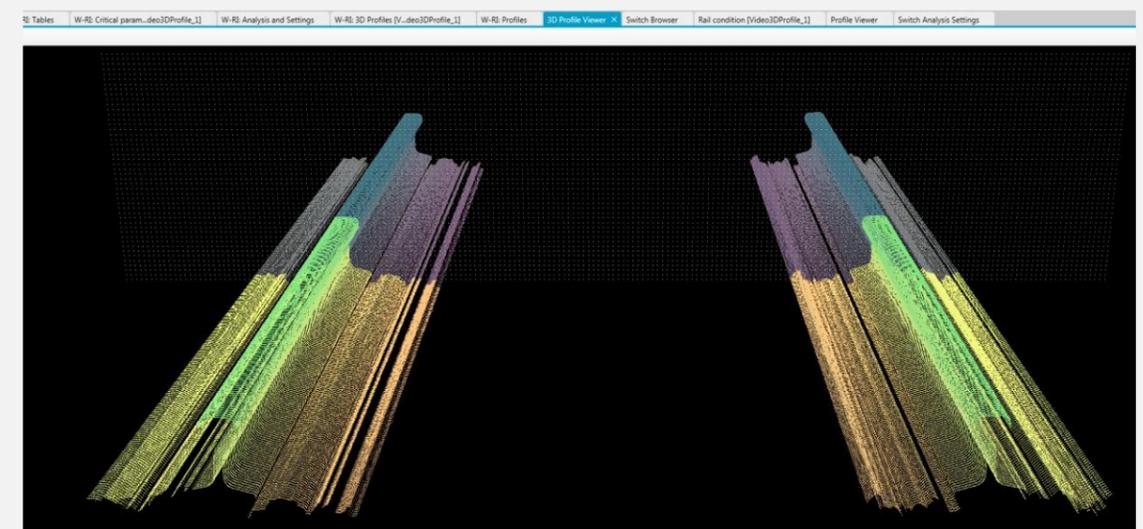
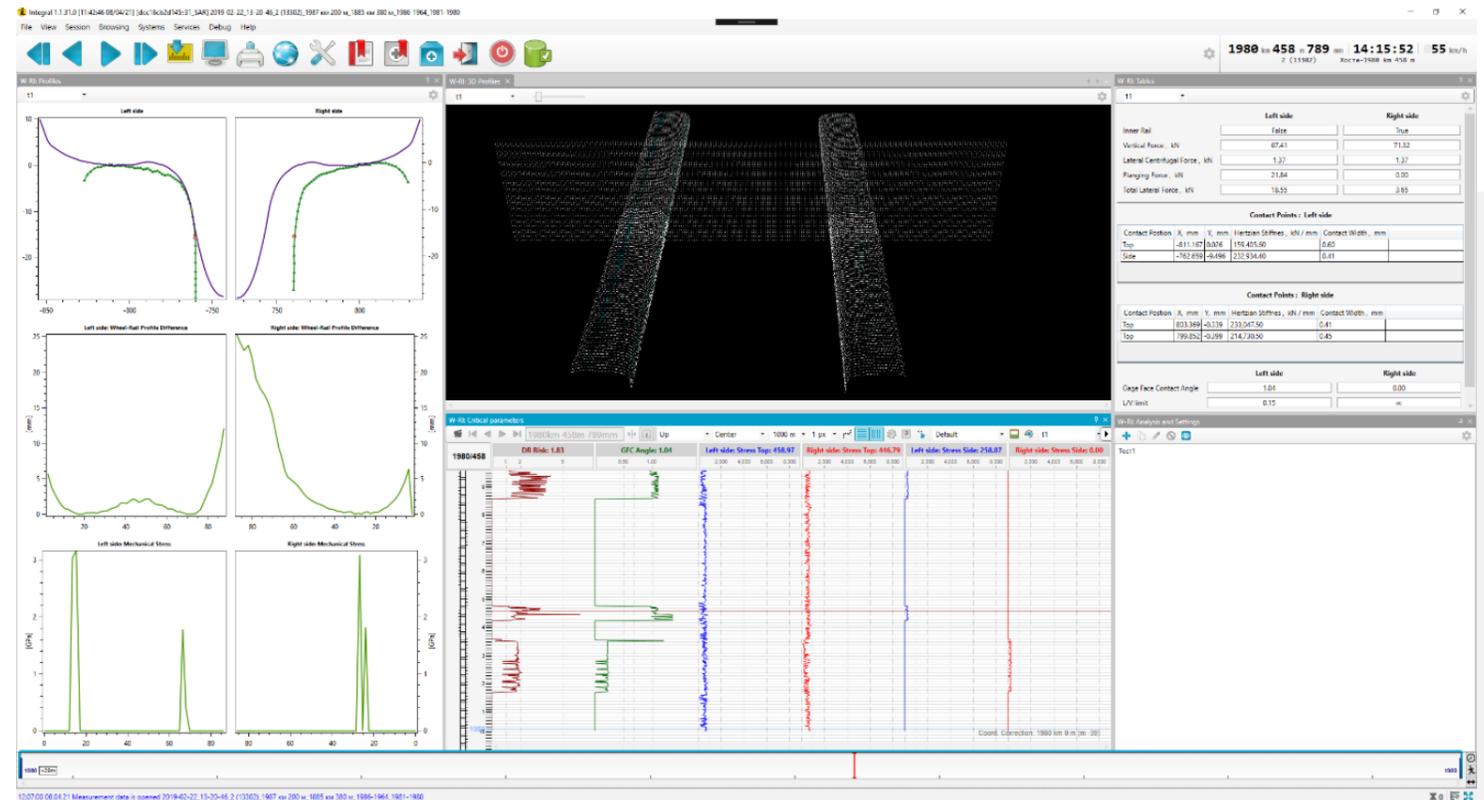


Ширина левого желоба

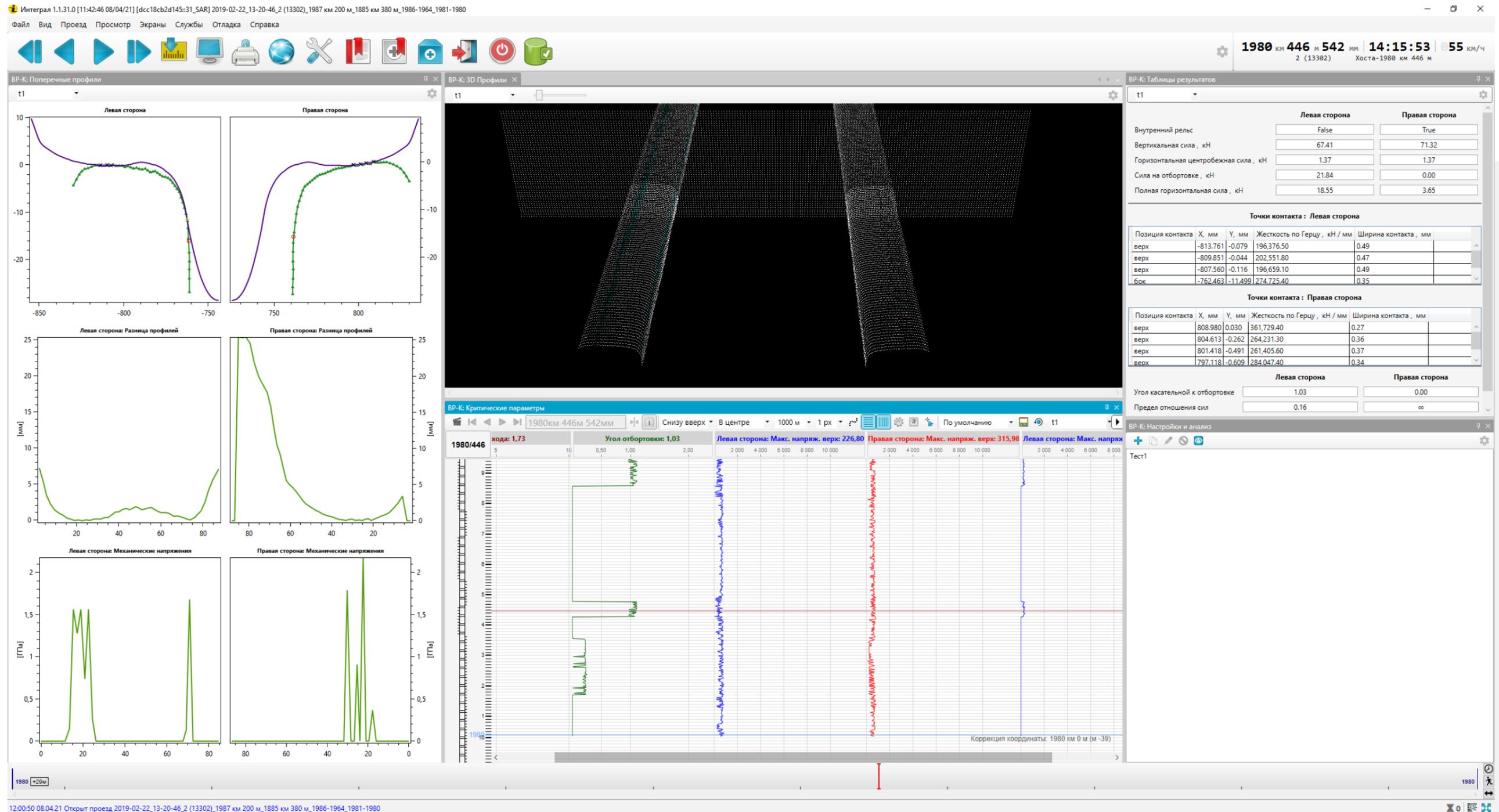
# АО «Фирма ТВЕМА» КОМПЛЕКСНЫЙ КОНТРОЛЬ СТРЕЛОЧНЫХ ПЕРЕВОДОВ

## Модуль «Эквивалентная конусность»

Модуль «Эквивалентная конусность» выполняет расчеты взаимодействия «колесо-рельс» на основании данных (фактических профилей рельсов), получаемых системой измерения параметров ГРК и загружаемых в систему моделей колес подвижной единицы, а также параметров подвижного состава.



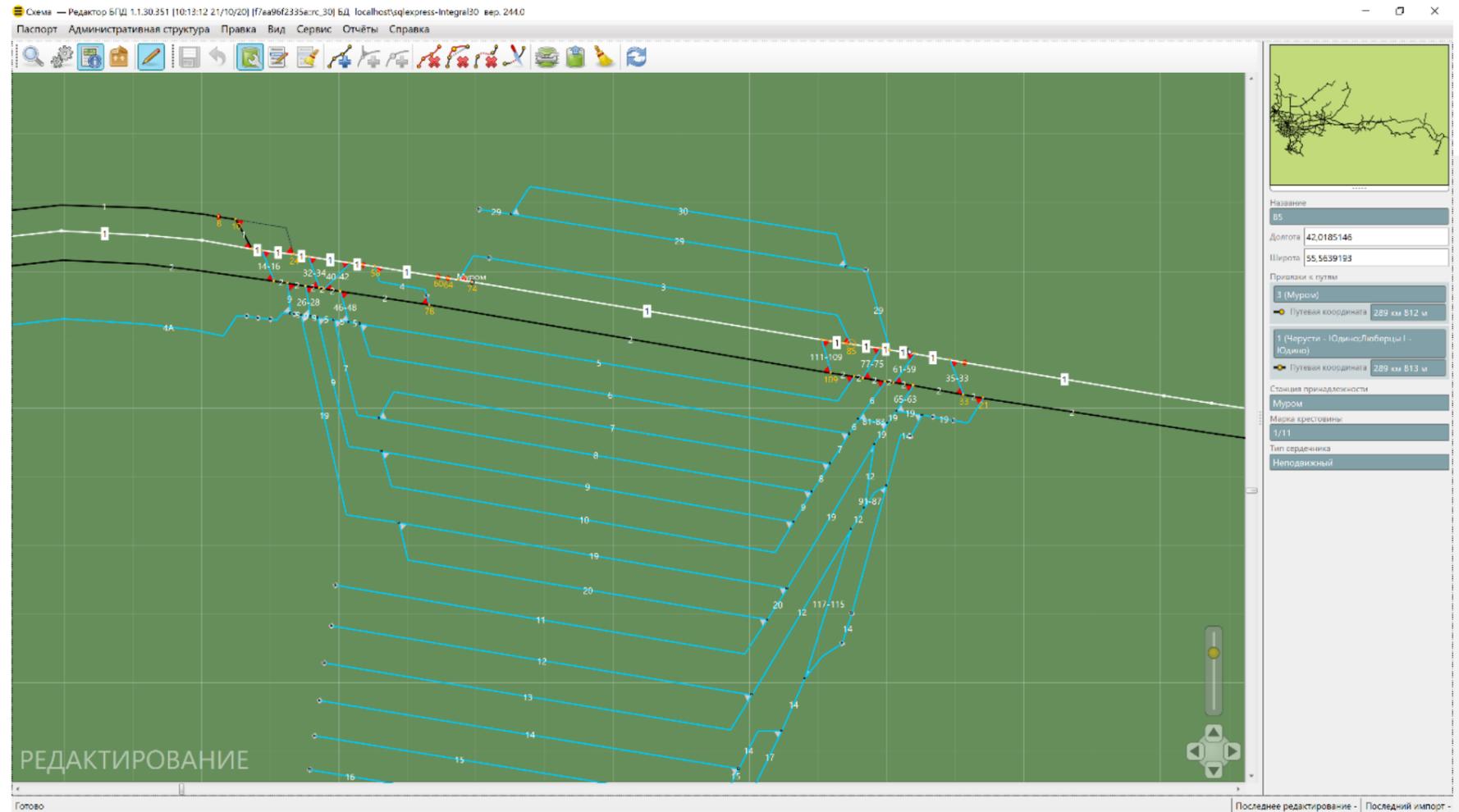
# АО «Фирма ТВЕМА» КОМПЛЕКСНЫЙ КОНТРОЛЬ СТРЕЛОЧНЫХ ПЕРЕВОДОВ



Анализ взаимодействия «колесо – рельс».

## Схема станций

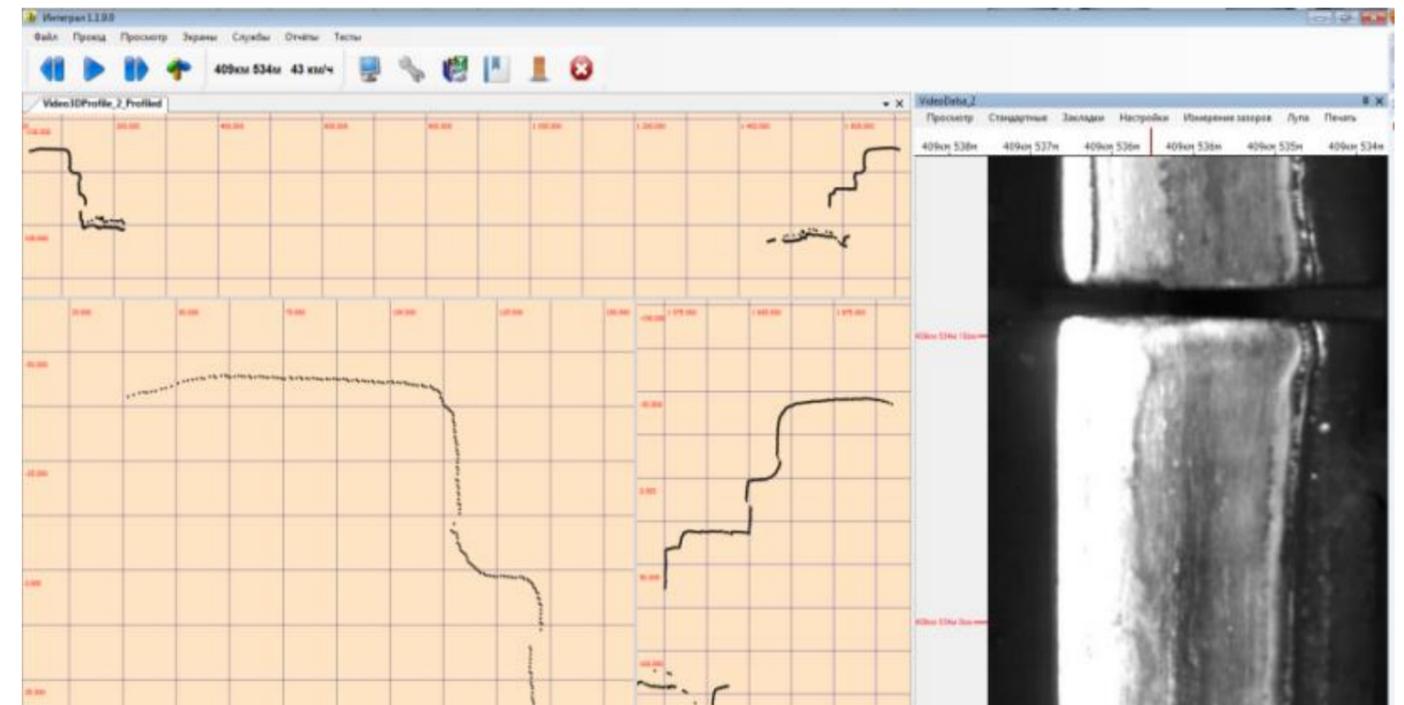
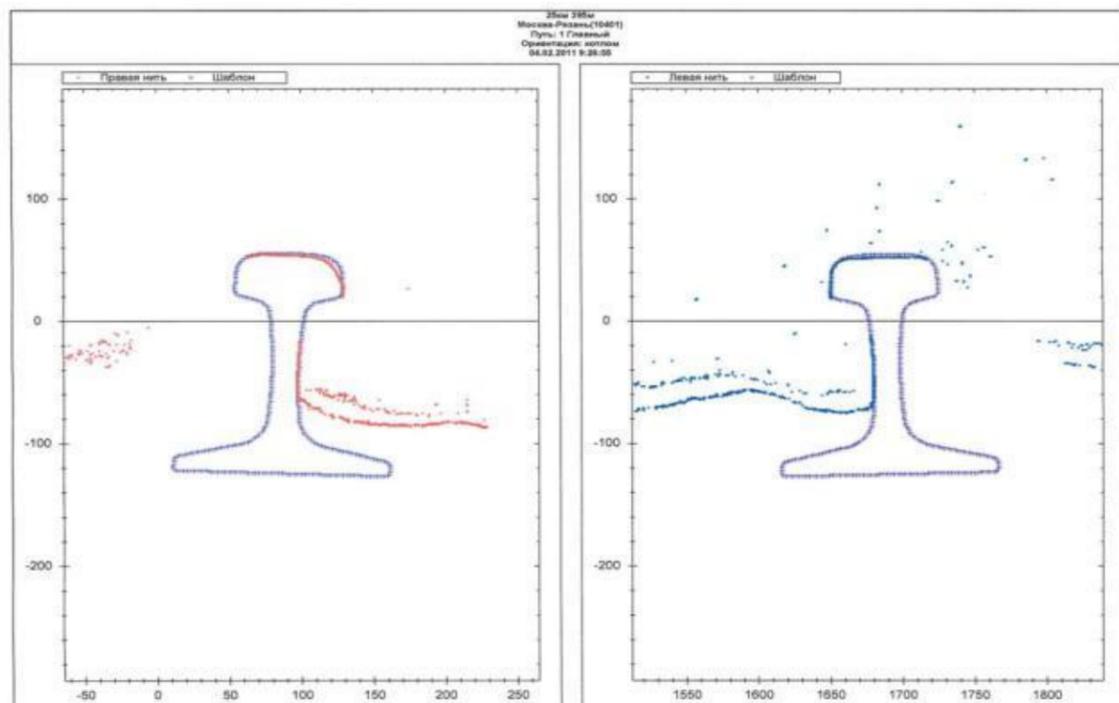
Схема станций используется для визуализации ситуационного плана и формирования маршрута следования диагностической единицы. Причем есть опция сохранения сформированных маршрутов и загрузки ранее созданных для ускорения подготовки к рабочей поездке.



*В некоторых случаях схема пути используется для наглядной визуализации состояния объектов железнодорожной инфраструктуры и выявления наиболее проблемных зон.*

## ПРЕИМУЩЕСТВА ВАГОНОВ-ПУТЕИЗМЕРИТЕЛЕЙ АО «ФИРМА ТВЕМА»

- ✓ Компактная платформа, несущая бесплатформенную инерциальную навигационную систему (БИНС) и 2 оптоблока, может монтироваться на раму ходовой тележки ЛЮБОГО мобильного средства без доработки ходовой тележки.
- ✓ Использование мощной лазерной подсветки в профилометрах позволяет монтировать систему практически на любой высоте относительно УГР, следовательно, система меньше подвержена загрязнению и возможному воздействию негабаритных объектов.
- ✓ Использование мощной лазерной подсветки в профилометрах не требует дополнительной защиты от засветки и сохраняет надежность работы при «блестящих» (мокрых, шлифованных, отполированных) рельсах.
- ✓ Компактность, надежность, универсальность и высокие точностные характеристики позволяют превзойти все существующие на сегодня в мире аналоги.





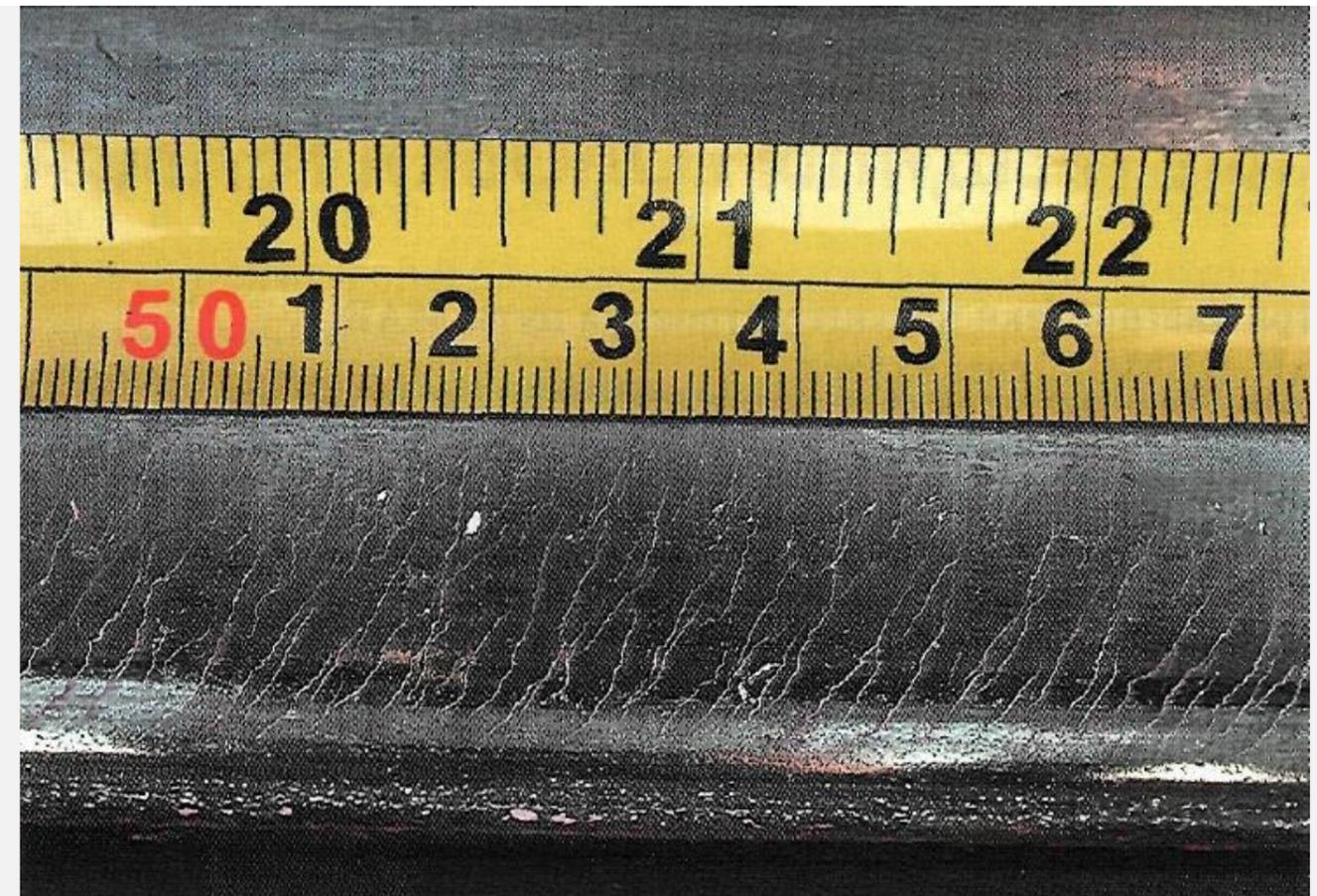
**СИСТЕМА ИЗМЕРЕНИЯ  
ВОЛНООБРАЗНОГО ИЗНОСА РЕЛЬСОВ**

## НАЗНАЧЕНИЕ

Волнообразный износ рельсов, проявляемый в виде периодических неровностей на головке рельса, влечет интенсивный шум, ухудшает плавность движения поездов и сокращает срок службы элементов верхнего строения пути и ходовой части подвижного состава.

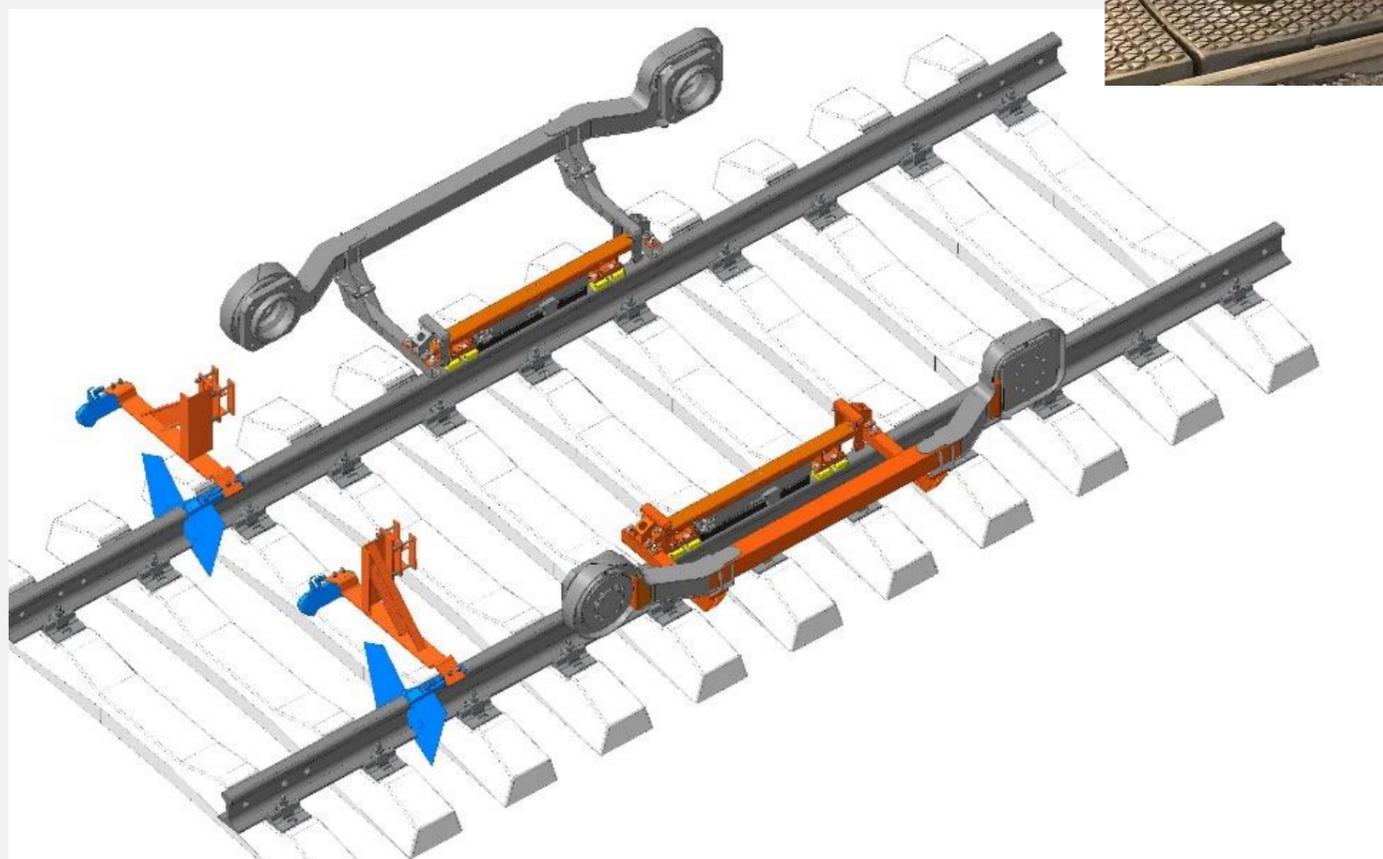


Усталостные повреждения рельсов в виде микротрещин (head checks) могут образовываться на путях любого типа. Быстрый рост таких трещин может привести к катастрофическим последствиям, поэтому их раннее обнаружение и устранение крайне важны.



## АО «Фирма ТВЕМА» НАЗНАЧЕНИЕ

В современном мире существует ряд различных систем, предназначенных для измерения волнообразного износа. Они различаются по принципу работы, набору измеряемых параметров, скорости работы, точностным характеристикам и т.д.

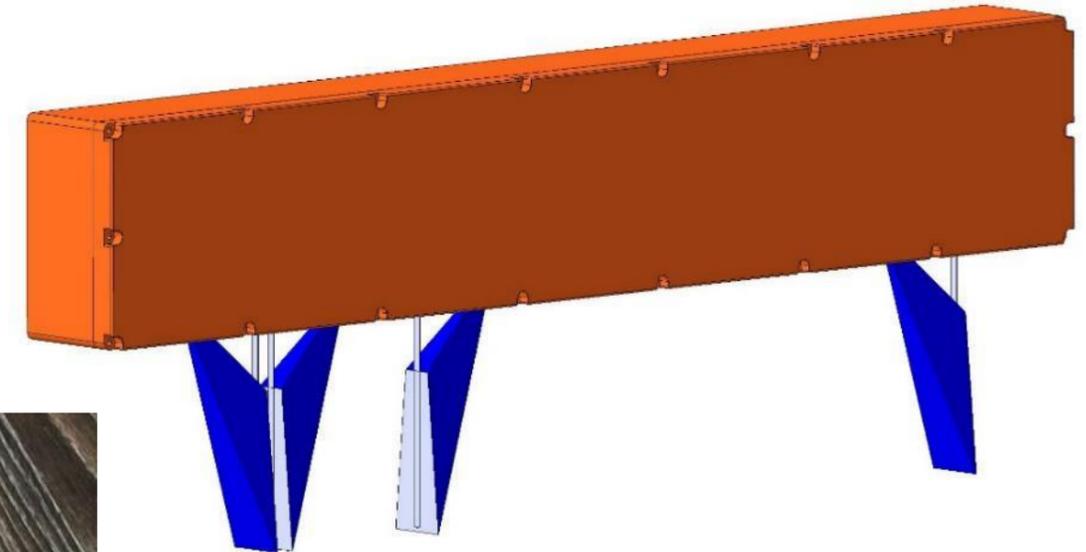


*Для определения такого рода дефектов создана система измерения волнообразного износа рельсов «СОВИР», которая использует оптические триангуляционные датчики и основана на прямом хордовом измерении амплитуд неровностей. В настоящее время система выполняет непрерывное сканирование рельсов с шагом 1 мм со скоростью до 160 км/ч, но технология может быть применена и на скоростях до 400 км/ч.*

АО «Фирма ТВЕМА»

## КОНТРОЛЬ ВОЛНООБРАЗНОГО ИЗНОСА РЕЛЬСОВ

Каждый из двух измерительных модулей содержит 4 точки съема информации на основе метода оптической триангуляции (лазерная подсветка и 3D-камера).



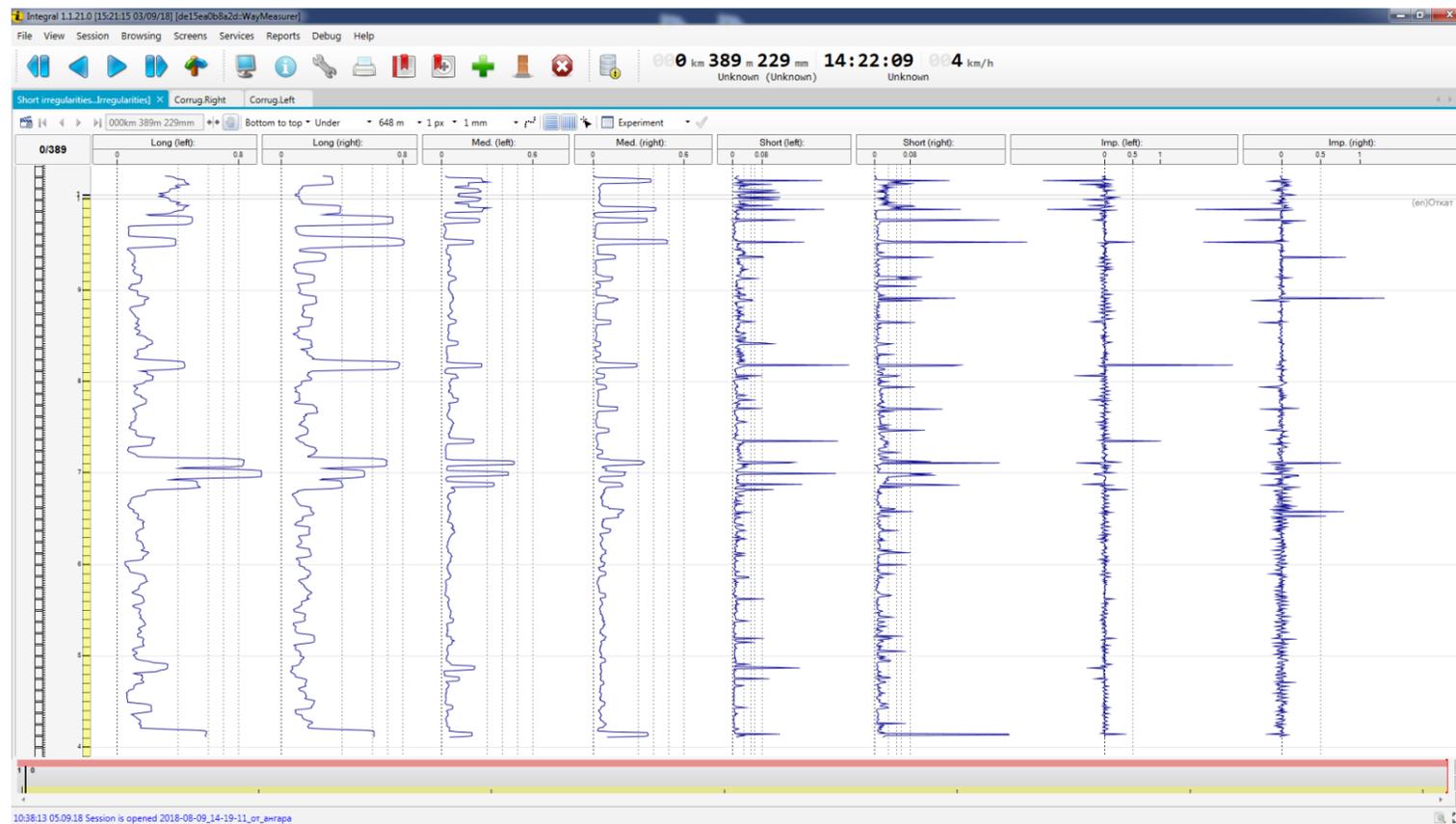
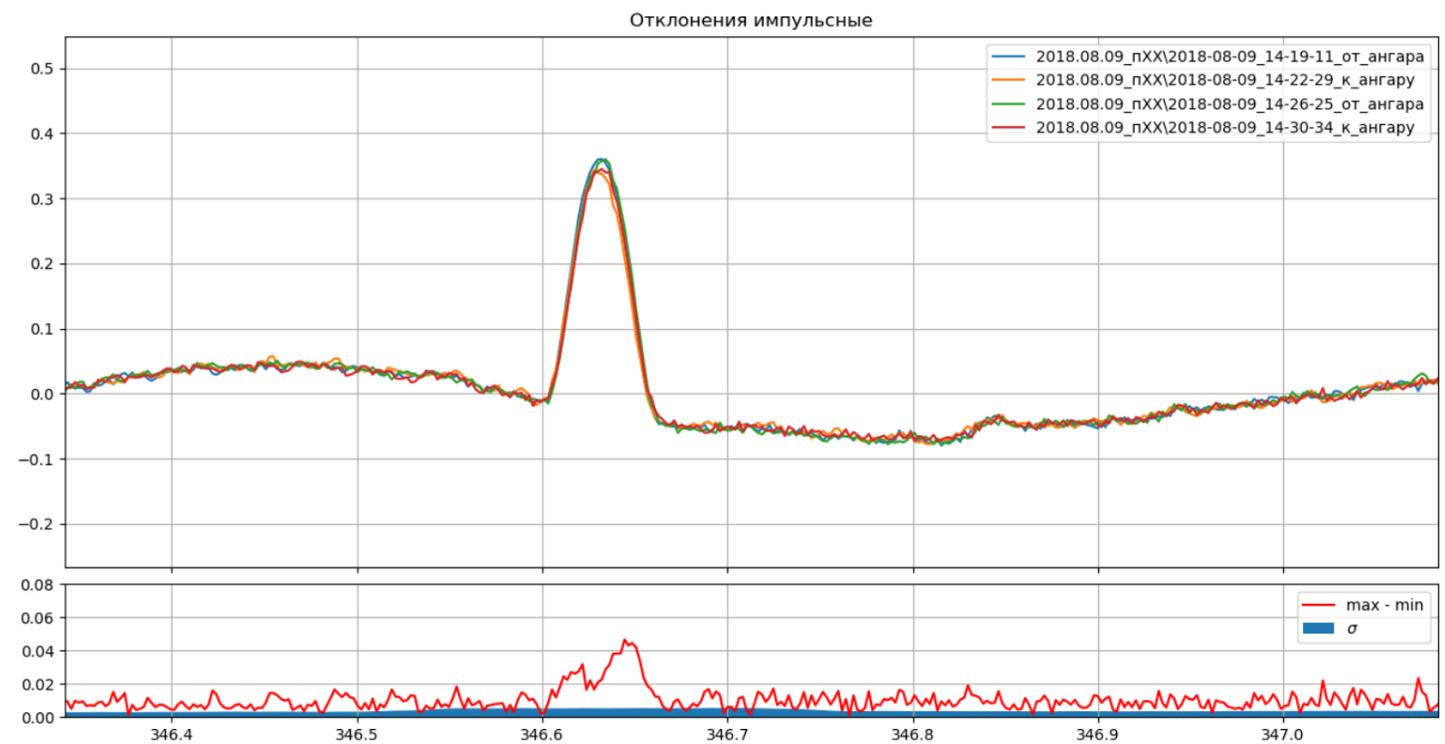
4 точки съема информации используются для реализации в одном блоке измерений во всем диапазоне длин волн.

Расстояния между точками съема зависят от требований к диапазонам длин волн измеряемых неровностей (РЖД, EN, др.)



## Преимущества:

- ПРЯМЫЕ измерения неровностей
- Компактная, легкая и простая конструкция измерительной системы
- Бесконтактная магнитная следящая

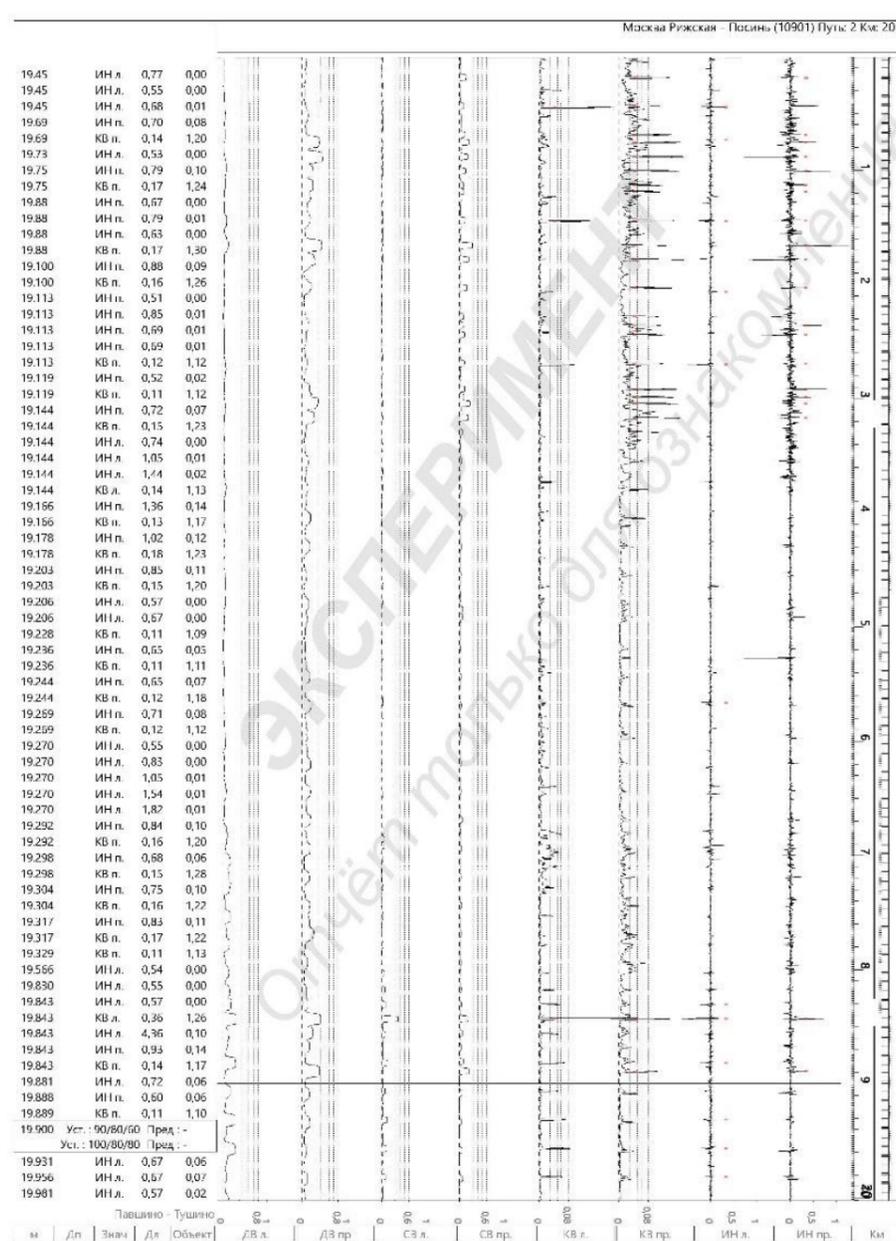


- Способность интегрироваться в существующую измерительную систему подвижной единицы
- Высокая скорость проведения измерений
- Высокая точность измерений

# КОНТРОЛЬ ВОЛНООБРАЗНОГО ИЗНОСА РЕЛЬСОВ

Вся получаемая информация о параметрах выявленных отступлений от норм содержания обрабатывается в реальном масштабе времени, регистрируется и документируется для дальнейшего анализа и планирования работ по текущему содержанию и ремонту пути.

Программное обеспечение производит формирование выходных форм в табличном и графическом видах и выдачу настраиваемых отчётов об измерениях. Для неровностей в каждом из измеряемых диапазонов длин волн (РЖД, EN) вычисляется количество превышений пороговых значений и распределение P2P и RMS-амплитуд (амплитуды СКО).



Ведомость интегральных показателей состояния поверхности катания рельсов в пути

Dekart2, 18.12.2018 14:21:45

Съем металла за проход = 0,2 мм

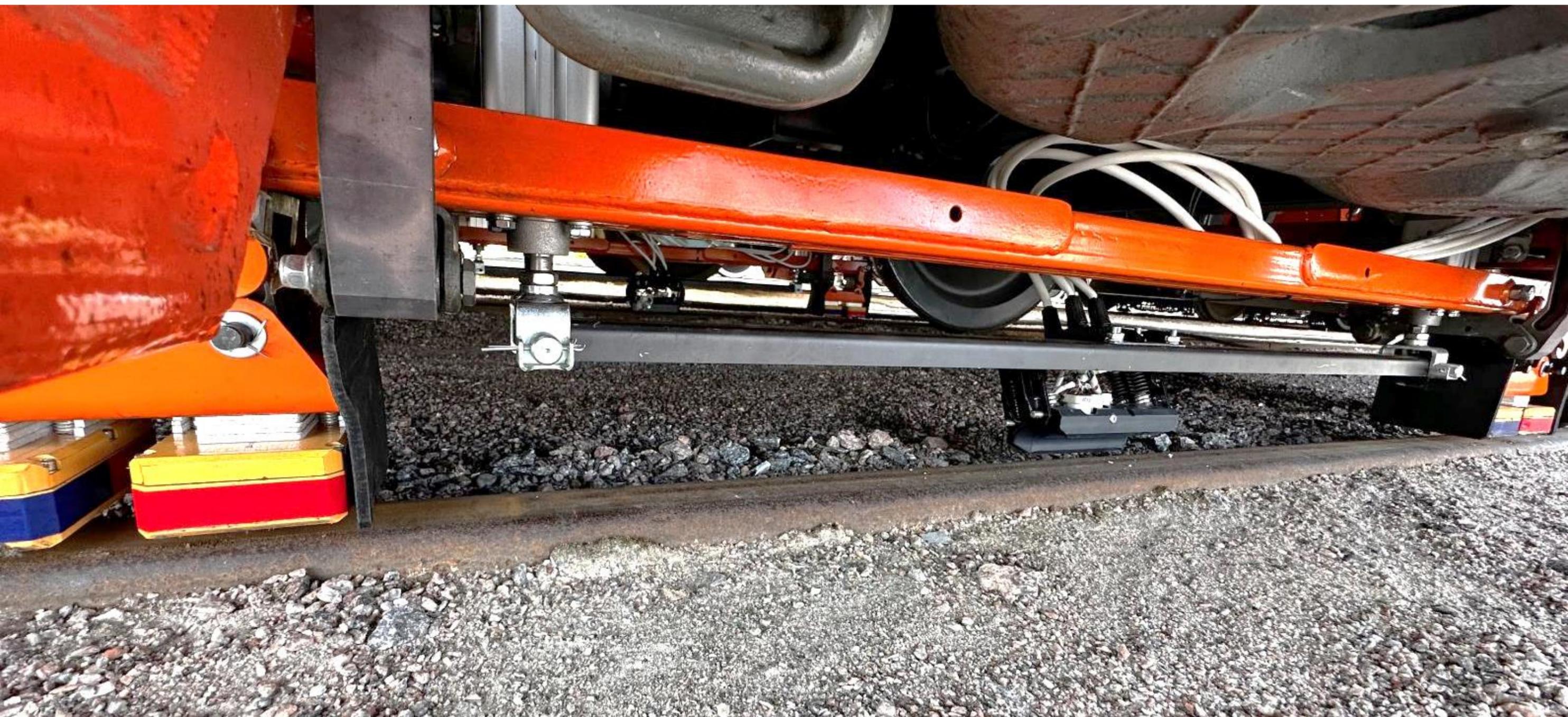
Участок		Длинные волны		Средние волны		Короткие волны		Индекс состояния		Кол-во проходов
Начало	Конец	П. нить	Л. нить	П. нить	Л. нить	П. нить	Л. нить	П. нить	Л. нить	

Направление 10901 (Москва Рижская - Посинь), путь Неизвестный

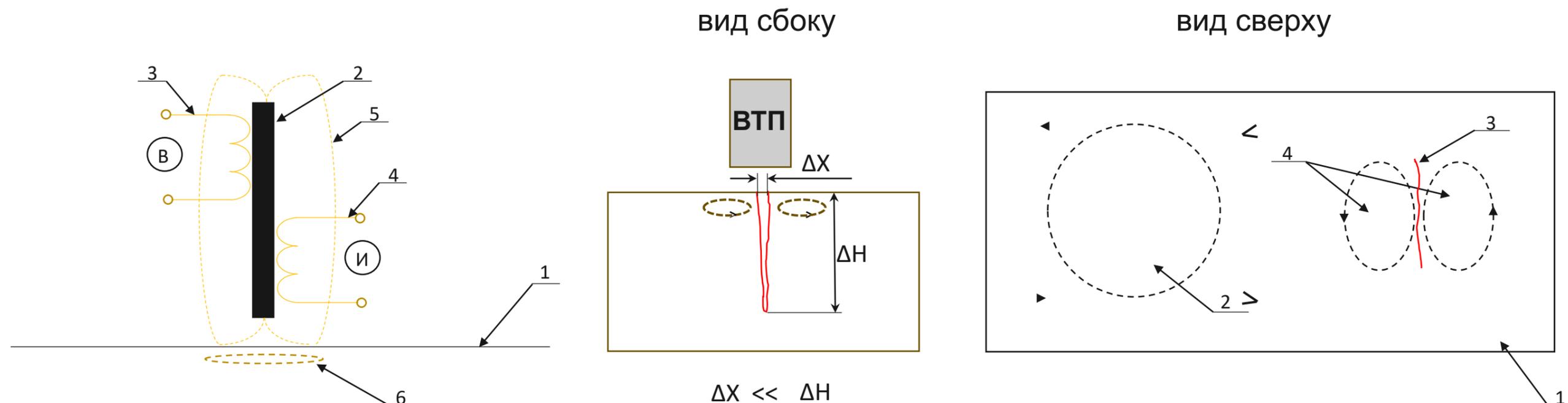
34.437	34.0	0,01/0,03	0,01/0,05	0,00/0,01	0,00/0,01	0,00/0,00	0,00/0,00	0,00	0,00	
34.0	33.0	0,29/0,42	0,30/0,43	0,09/0,16	0,10/0,19	0,03/0,05	0,02/0,08	0,39	0,38	1
33.0	32.383	0,19/0,10	0,16/0,09	0,06/0,05	0,06/0,06	0,02/0,02	0,01/0,02	0,00	0,00	
32.383	32.0	0,20/0,12	0,17/0,12	0,07/0,08	0,07/0,07	0,03/0,03	0,01/0,02	0,01	0,00	

Направление 10901 (Москва Рижская - Посинь), путь 2

32.0	31.0	0,17/0,11	0,18/0,11	0,05/0,04	0,05/0,04	0,02/0,02	0,01/0,02	0,00	0,00	
31.0	30.0	0,18/0,12	0,19/0,11	0,05/0,04	0,05/0,05	0,03/0,03	0,02/0,03	0,01	0,01	
30.0	29.0	0,19/0,11	0,18/0,11	0,05/0,05	0,07/0,07	0,02/0,02	0,01/0,02	0,00	0,00	
29.0	28.0	0,13/0,07	0,17/0,13	0,04/0,04	0,06/0,07	0,02/0,02	0,02/0,03	0,00	0,00	
28.0	27.0	0,15/0,10	0,16/0,11	0,05/0,05	0,05/0,05	0,02/0,03	0,01/0,03	0,00	0,00	
27.0	26.0	0,16/0,09	0,16/0,11	0,06/0,07	0,06/0,07	0,03/0,03	0,01/0,02	0,01	0,00	
26.0	25.1	0,10/0,07	0,19/0,12	0,04/0,05	0,07/0,08	0,02/0,02	0,02/0,03	0,00	0,01	
25.1	24.3	0,24/0,29	0,25/0,38	0,09/0,19	0,07/0,08	0,02/0,04	0,01/0,03	0,25	0,12	1
24.3	23.0	0,18/0,13	0,20/0,15	0,08/0,08	0,08/0,10	0,02/0,03	0,02/0,03	0,01	0,03	
23.0	22.0	0,17/0,25	0,21/0,23	0,07/0,16	0,08/0,17	0,02/0,03	0,02/0,05	0,17	0,24	1
22.0	21.0	0,15/0,11	0,14/0,09	0,05/0,07	0,05/0,06	0,02/0,02	0,01/0,02	0,00	0,00	
20.998	20.0	0,16/0,13	0,14/0,12	0,04/0,06	0,04/0,06	0,01/0,02	0,01/0,02	0,01	0,00	
20.0	19.1	0,14/0,09	0,09/0,06	0,04/0,05	0,02/0,03	0,02/0,02	0,01/0,02	0,00	0,00	
19.1	18.0	0,17/0,12	0,15/0,14	0,05/0,07	0,04/0,07	0,01/0,03	0,01/0,02	0,02	0,02	
18.0	17.0	0,13/0,08	0,15/0,09	0,04/0,05	0,04/0,06	0,03/0,03	0,01/0,02	0,01	0,00	
17.0	16.0	0,24/0,14	0,27/0,35	0,07/0,07	0,08/0,18	0,02/0,03	0,02/0,06	0,03	0,27	1
16.0	15.0	0,23/0,12	0,22/0,44	0,07/0,06	0,06/0,17	0,03/0,05	0,02/0,07	0,01	0,35	1
15.0	14.0	0,17/0,09	0,20/0,09	0,03/0,04	0,03/0,04	0,01/0,02	0,02/0,03	0,00	0,00	
14.0	13.0	0,09/0,07	0,19/0,12	0,03/0,04	0,06/0,07	0,01/0,02	0,02/0,03	0,00	0,01	
13.0	12.0	0,17/0,11	0,23/0,16	0,05/0,06	0,06/0,06	0,02/0,02	0,03/0,08	0,00	0,12	
12.0	11.0	0,18/0,09	0,17/0,09	0,05/0,05	0,05/0,05	0,02/0,02	0,01/0,02	0,00	0,00	
11.0	10.0	0,42/0,75	0,37/0,59	0,14/0,33	0,12/0,26	0,03/0,17	0,03/0,12	0,95	0,67	4
10.0	9.290	0,37/0,51	0,30/0,27	0,12/0,28	0,09/0,18	0,02/0,09	0,02/0,07	0,64	0,32	3



**ДЕФЕКТОСКОП МНОГОКАНАЛЬНЫЙ  
ВИХРЕТОКОВЫЙ ЭМД-2**



**Возбуждение вихревых токов в объекте контроля**

- 1 – объект контроля;
- 2 – сердечник вихретокового преобразователя;
- 3 – обмотка возбуждения;
- 4 – измерительная обмотка;
- 5 – магнитное поле вихретокового преобразователя;
- 6 – контур вихревых токов в объекте контроля

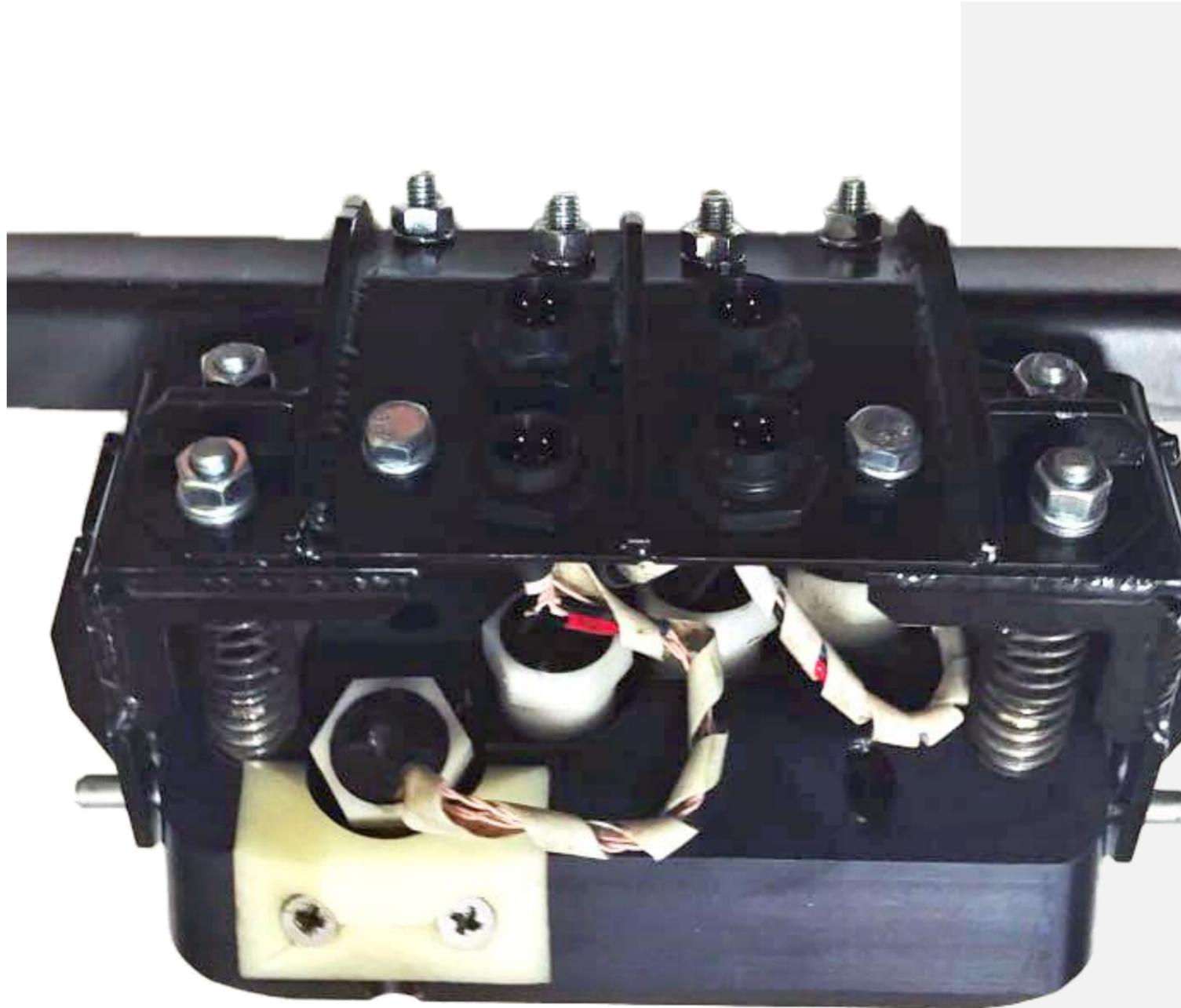
**Разрыв контуров вихревых токов при пересечении дефекта**

- 1 – объект контроля;
- 2 – контур вихревых токов в бездефектном изделии;
- 3 – трещина;
- 4 – разорванные контуры вихревых токов

## Основные технические характеристики

- › Количество вихретоковых преобразователей – 8, 16;
- › Способы выделения информации – фазовый, амплитудно-фазовый – выбираются в программном обеспечении;
- › Используемый тип преобразователя: накладной карандашный трансформаторный дифференциальный;
- › Выявляемые дефекты:
  - дефекты поверхности катания, включая сетку контактно-усталостных трещин на выкружке рабочей грани (10.1-2; 11.1-2; 12.1-2; 13.1; 14.1-2; 16.3-4; 17.3-4; 18.1-2; 19.2);
  - поперечные трещины в головке рельсов с выходом на поверхность катания: (20.1-2; 21.1-2; 22.1-2; 24.1-2; 25.1-2; 26.3-4; 27.3-4);
  - трещины в головке в месте приварки рельсового соединителя (дефект кода 38.1), выходящие на поверхность катания;
  - изломы рельсов (70.1/20.1; 70.2/20.2; 71.1/21.1, 71.2/21.2; 72.1/22.1, 72.2/22.2; 73.1/53.1, 74.1/24.1, 74.2/24.2; 75.1/25.1; 75.2/25.2; 76.3-4/26.3-4, 77.3-4/27.3-4, 79.1/69.1; 79.2/69.2);
- › Рабочая скорость контроля до 160 км/ч (технология позволяет увеличить скорость контроля, ведется работа в данном направлении)

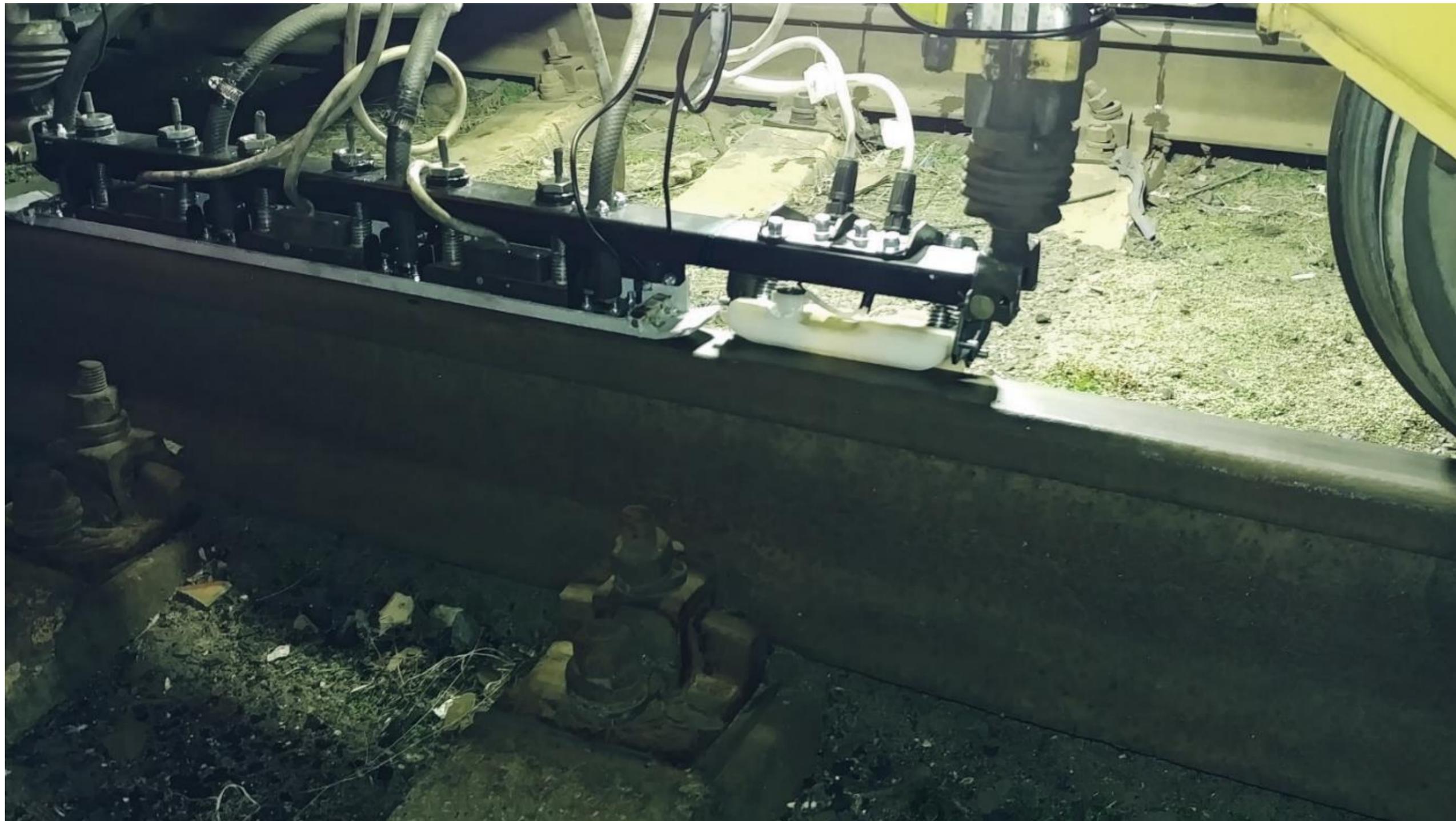
АО «Фирма ТВЕМА»  
Сканирующее устройство



Конструкция обеспечивает беспрепятственное прохождение в рабочем положении переездов и стрелочных переводов всех проектов.

Это исключает необходимость оснащения устройством автоматического приведения в транспортное положение и наличие непроконтролируемых участков пути.

АО «Фирма ТВЕМА»  
Сканирующее устройство

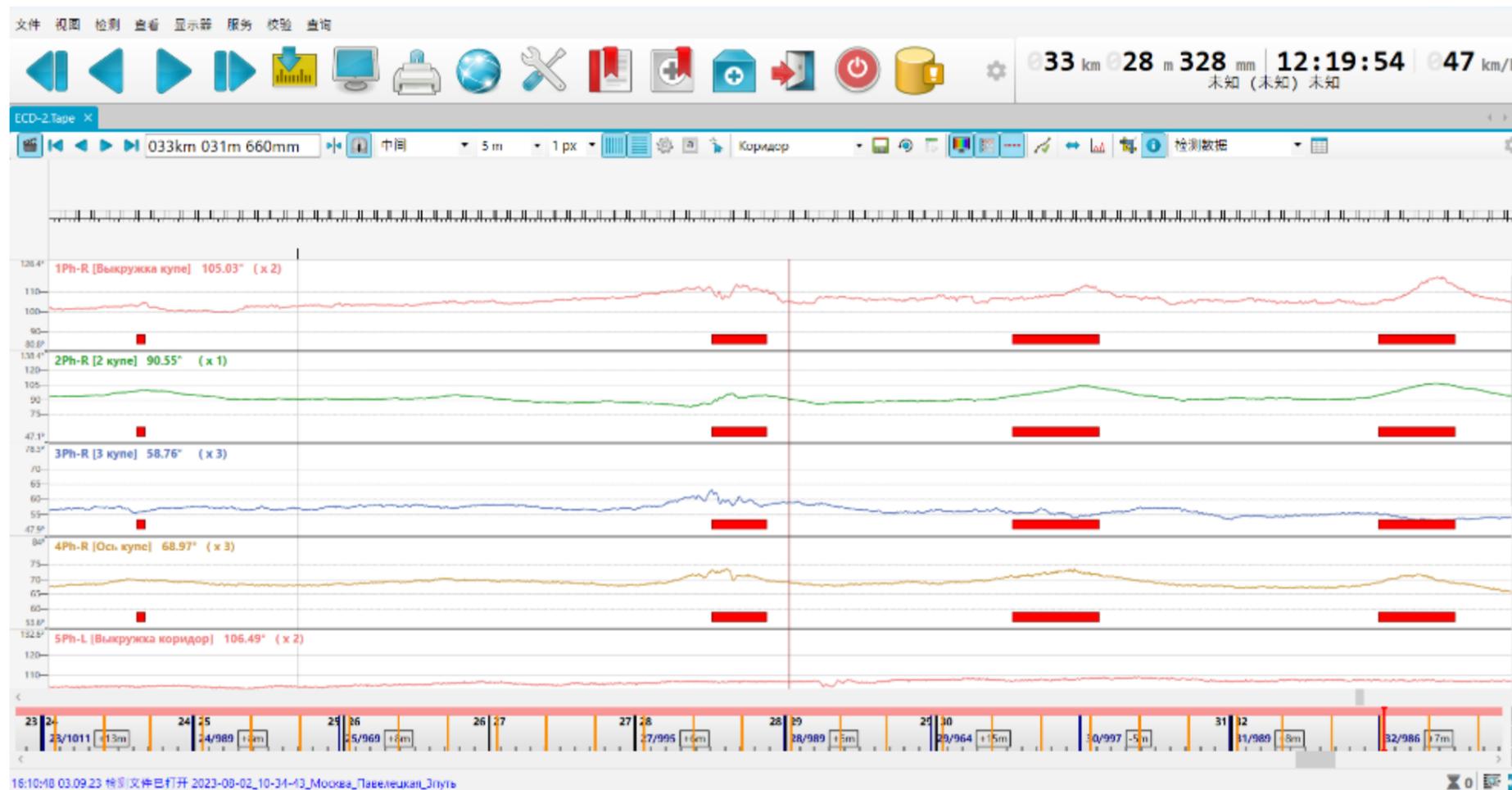


Сканирующее устройство вихретокового дефектоскопа, установленное вместе с ультразвуковыми преобразователями в составе одной искательной системы.

## АО «Фирма ТВЕМА»

### Программное обеспечение

Обеспечивает регистрацию данных, их просмотр, расшифровку и формирование протокола контроля.



**В части глубины дефекты разделяются на следующие группы:**

- 0,0 ... 1,0 мм;
- 1,1 ... 2,0 мм;
- 2,1 ... 3,0 мм;
- 3,1... 4,0 мм;
- 4,1... 5,0 мм;
- 5,1... 6,0 мм;
- 6,1... 7,0 мм;
- 7,1... 8,0 мм;
- более 8,0 мм.

Автоматизированная расшифровка обеспечивает выделение элементов строения пути и отмечает дефектные области, требующие просмотра оператором.

У подтвержденного дефекта производится оценка глубины распространения и устанавливается его допустимость или недопустимость согласно критериям глубины дефекта и протяженности его поперек рельса.

# АО «Фирма ТВЕМА»

## Программное обеспечение. Автоматизированная расшифровка

文件 视图 检测 查看 显示器 服务 校验 查询

033 km 028 m 328 mm | 12:19:54 | 047 km/h  
未知 (未知) 未知

ECD-2.Tape X

003km 687m 230mm | 中间 | 5 m | 1 px | Коридор

5Ph-L [Выкружка коридор] 104.98° (x 2)

6Ph-L [6 коридор] 128.66° (x 1)

7Ph-L [7 коридор] 88.93° (x 0.9)

8Ph-L [Ось коридор] 69.66° (x 4.5)

ECD-2.Defects

状	里程	Depth...	Length...	线	方向	Le...	Transv...	损伤类型
●	2 km 638 m 785 mm	7.2	285	左	走廊	4	29	Defect
▲	2 km 680 m 438 mm	7.3	129	左	走廊	4	29	Defect
●	2 km 681 m 857 mm	8.4	189	右	卧铺车厢	4	23	Defect
▲	3 km 393 m 525 mm	7.9	121	右	卧铺车厢	4	16	Defect
▲	3 km 687 m 230 mm	9	147	左	走廊	4	29	Defect
●	20 km 188 m 826 mm	8.2	206	左	走廊	4	16	Defect
●	33 km 28 m 328 mm	7.4	278	右	卧铺车厢	4	16	Defect

0 4 3

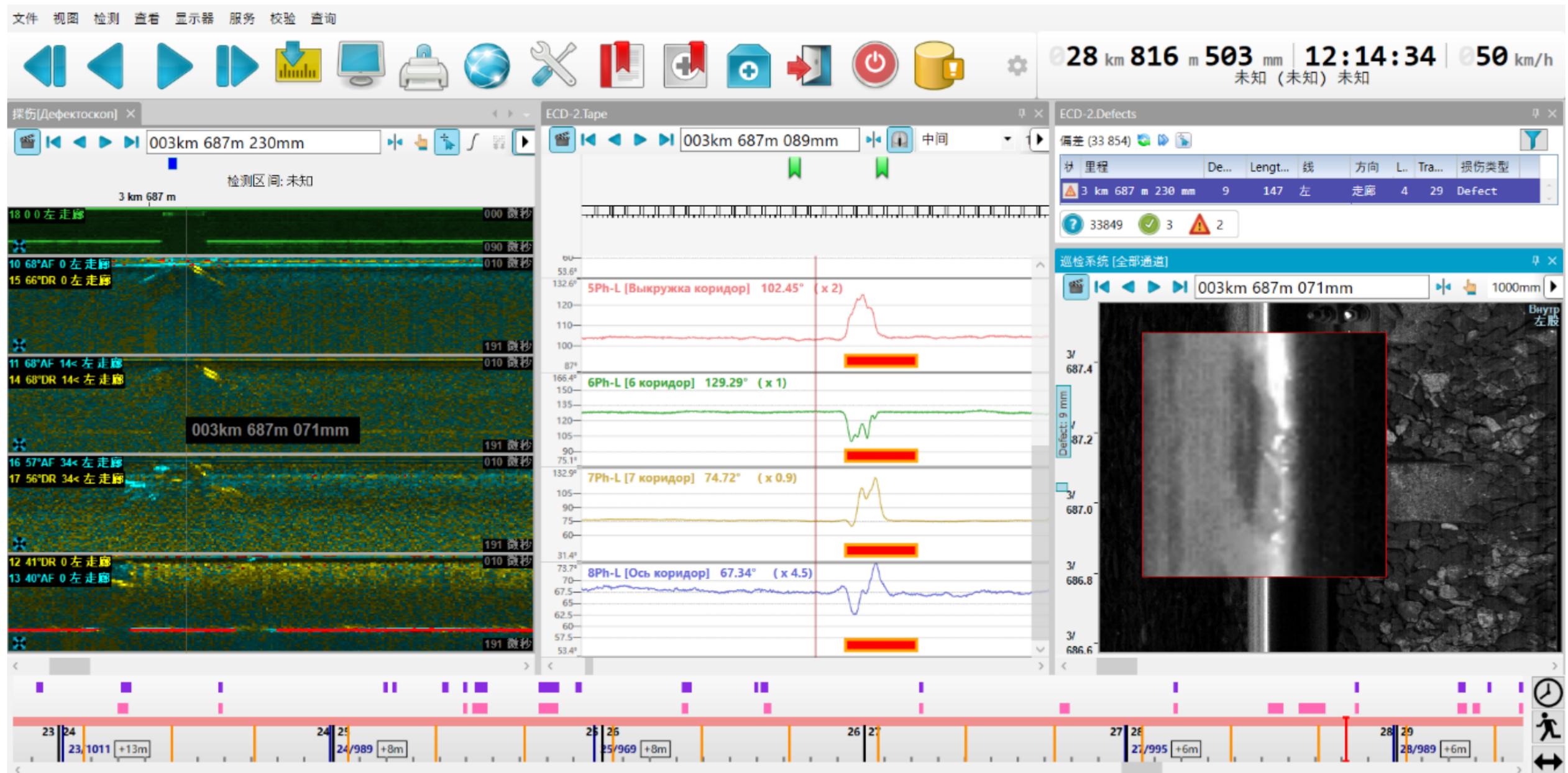
23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 | 32

23/1011 +13m | 24/989 +3m | 25/969 +3m | 27/995 +6m | 28/989 +5m | 29/964 +15m | 30/997 -5m | 31/989 -8m | 32/986 +7m

16:10:48 03.09.23 检测文件已打开 2023-08-02\_10-34-43\_Москва\_Павелецкая\_Зпуть

АО «Фирма ТВЕМА»

# Обнаружение дефекта типа Head Check по данным трех систем – ультразвуковой, вихретоковой и линейного видео



АО «Фирма ТВЕМА»

Долом рельса с дефектом типа Head Check



АО «Фирма ТВЕМА»

Фотография сечения рельса после долома



## Направления применения вихретокового метода неразрушающего контроля в дефектоскопии рельсов

- › **повышение достоверности классификации дефекта за счет использования данных вихретокового метода неразрушающего контроля вкупе с ультразвуковым методом и системой линейного видео;**
- › **оценка глубины развития дефектов с целью формирования задания для рельсошлифовальных поездов. Подобная практика широко применяется на железных дорогах мира;**
- › **кардинальное повышение уровня достоверности и автоматизации паспортизации рельсового хозяйства, в том числе, в части учета дефектных рельсов, включая:**
  - объективное планирование замены дефектных рельсов с учетом их преддефектного состояния;
  - исключение некачественных результатов сплошного ультразвукового контроля рельсов из-за дефектности поверхности катания рельсов;
  - исключение неправильного планирования участков для работы рельсошлифовальных поездов (РШП), определение первоочередных работ с ранжированием по очередности;
  - исключение некорректного планирования работы средств диагностики;
  - прогноз и влияние предотказного состояния;
  - переход к системе обслуживания и ремонтов по фактическому состоянию.

АО «Фирма ТВЕМА»

**СИСТЕМА СКОРОСТНОГО ОПТИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ «СВОД-2»**



АО «Фирма ТВЕМА»

## СИСТЕМА СКОРОСТНОГО ОПТИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ «СВОД-2»



*Видеоконтроль верхнего строения пути является дополнительным каналом для выявления причин отклонений в состоянии пути.*

Видеосистема «СВОД-2» – современное средство для регистрации дефектов верхнего строения пути, необходимое для повышения качества контроля пути, состоит из специализированных камер и освещения, установленных на подвижной единице.

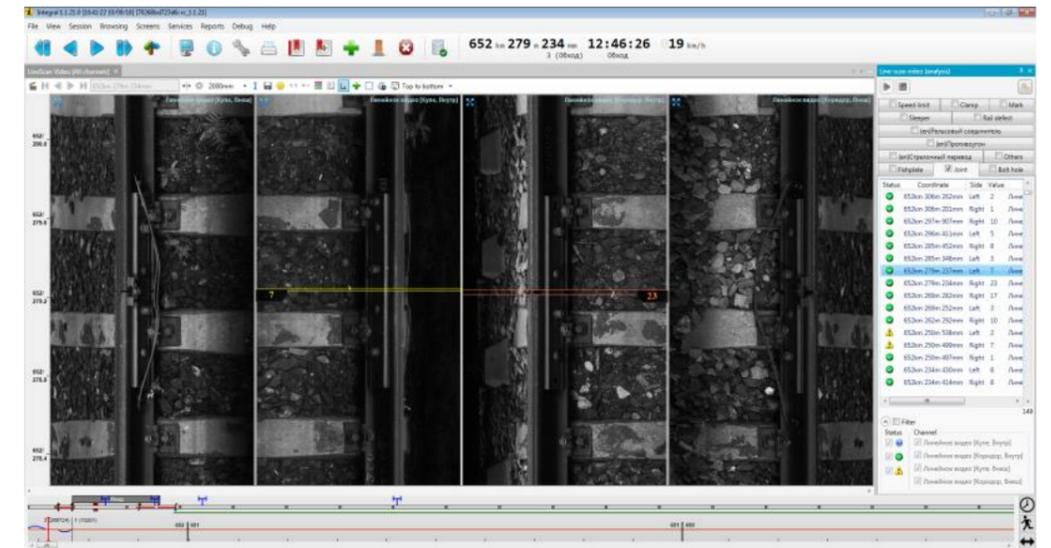


## СИСТЕМА СКОРОСТНОГО ОПТИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ «СВОД-2»

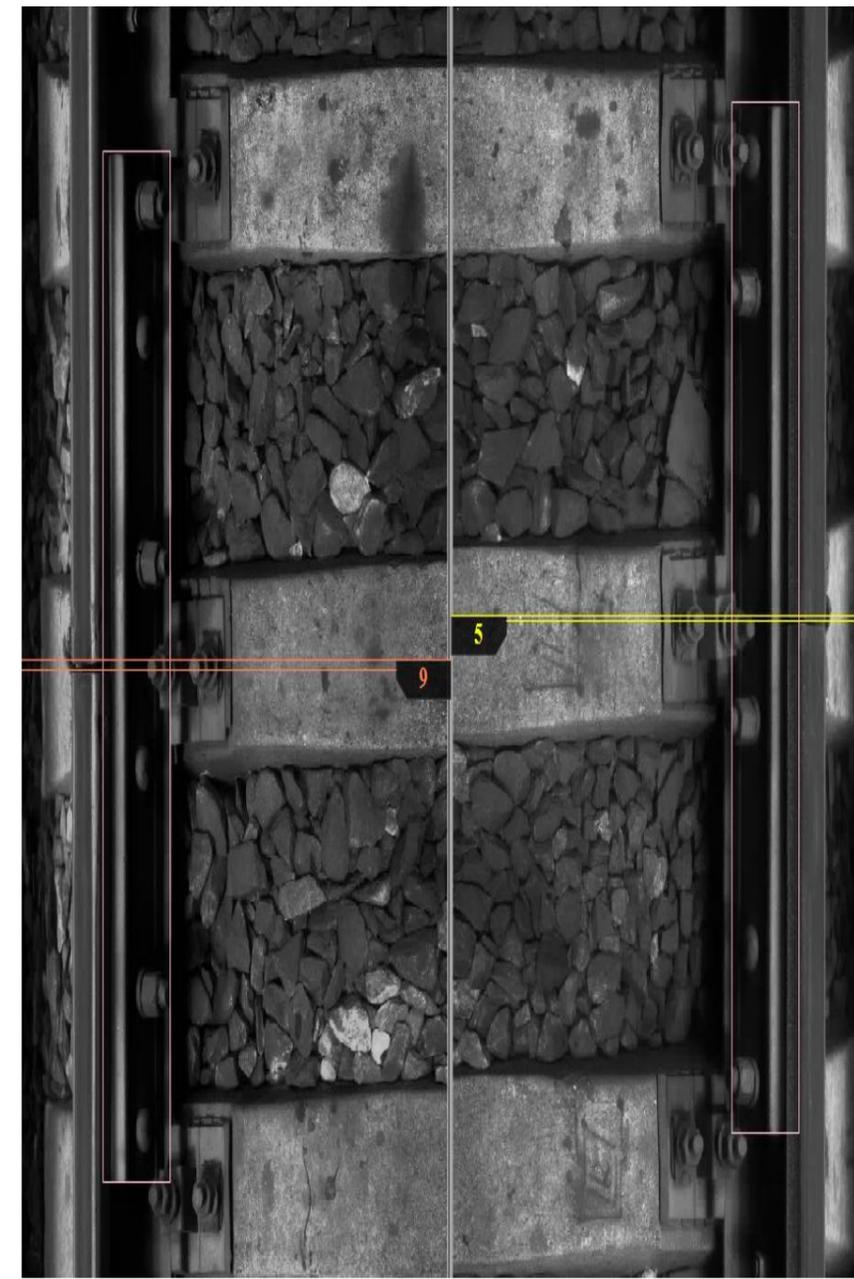
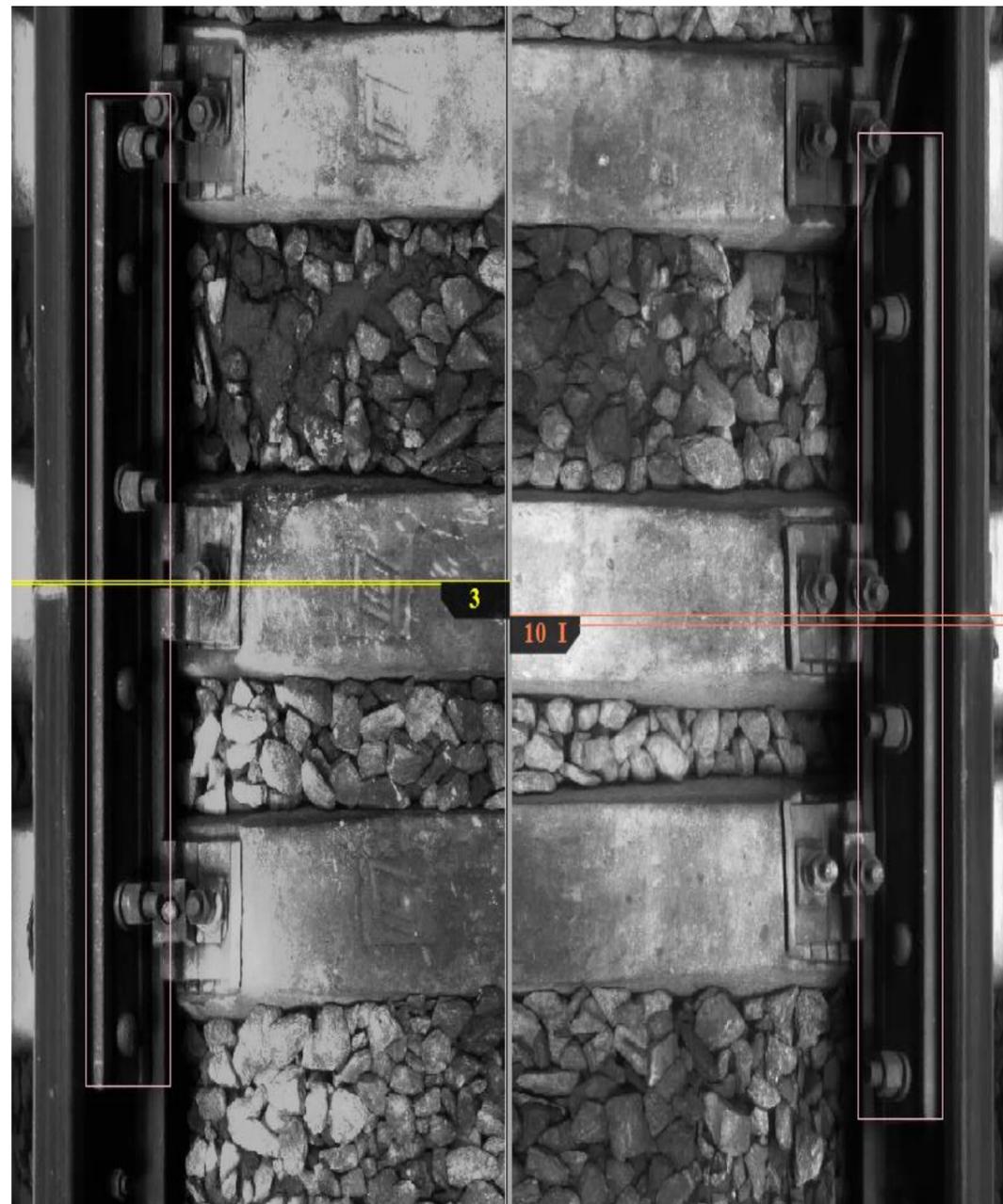
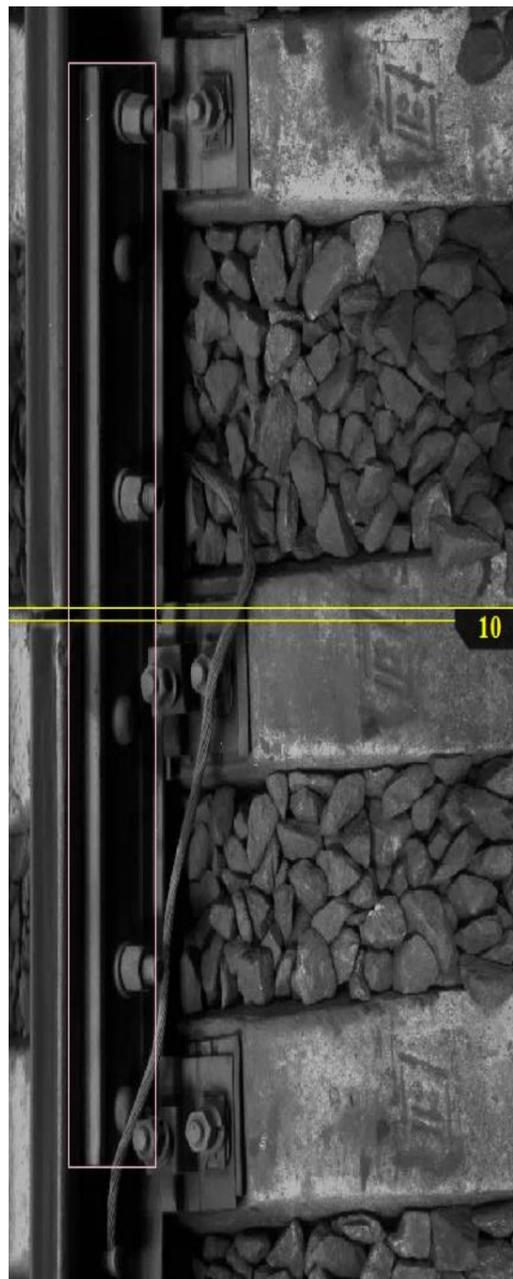
Система предназначена для автоматизированного визуального контроля состояния элементов верхнего строения пути и постобработки полученных данных в режиме реального времени. Одним из основных компонентов системы являются высокоскоростные линейные камеры, способные вести съемку с высоким разрешением в диапазоне скоростей от 0 до 250 км/ч.

### Обнаружение неисправностей следующих видов:

- ✓ *смятия в стыках;*
- ✓ *выкрашивание на поверхности катания в зоне стыков;*
- ✓ *повреждение сварных стыков;*
- ✓ *боковые ступеньки в стыках рельсов;*
- ✓ *забег стыковых зазоров по двум нитям пути;*
- ✓ *боксовины;*
- ✓ *трещины на поверхности катания рельса;*
- ✓ *отсутствие или повреждение скреплений;*
- ✓ *контроль болтов в накладках;*
- ✓ *локализация и измерение стыковых зазоров.*



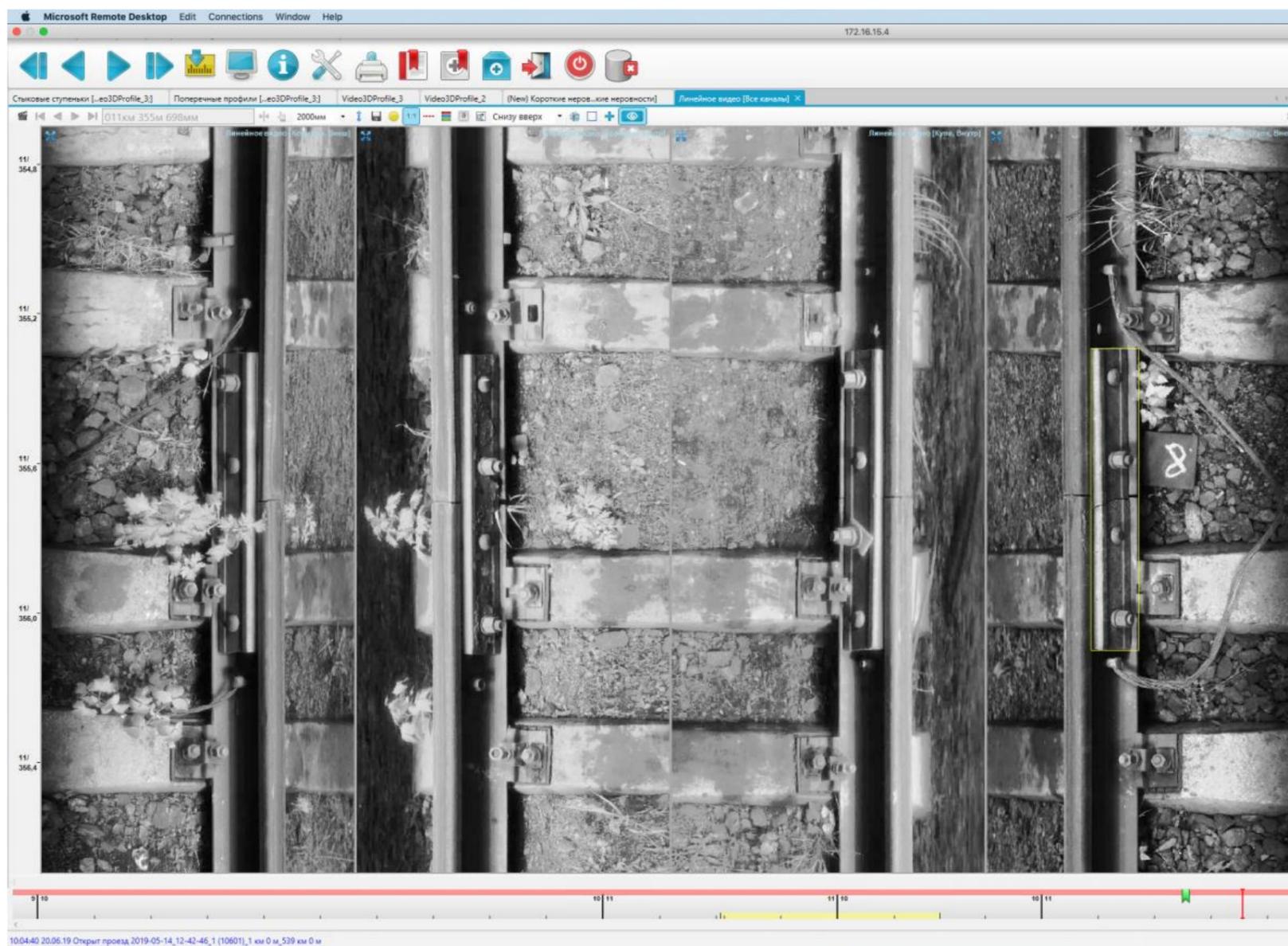
АО «Фирма ТВЕМА»  
ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ «ИНТЕГРАЛ»  
ЛИНЕЙНОЕ ВИДЕОНАБЛЮДЕНИЕ



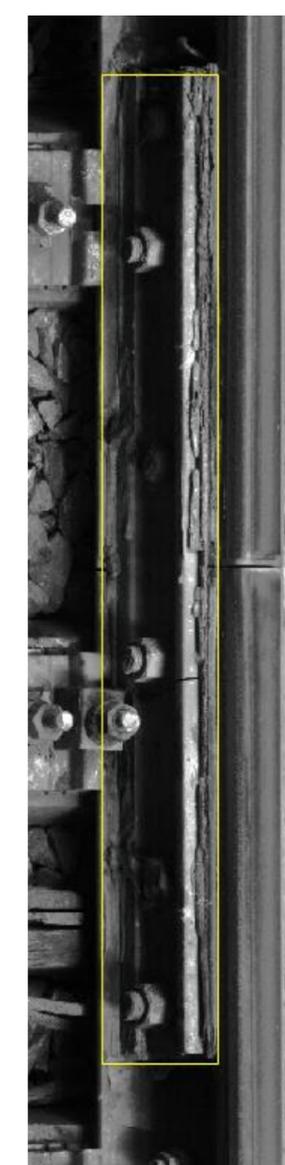
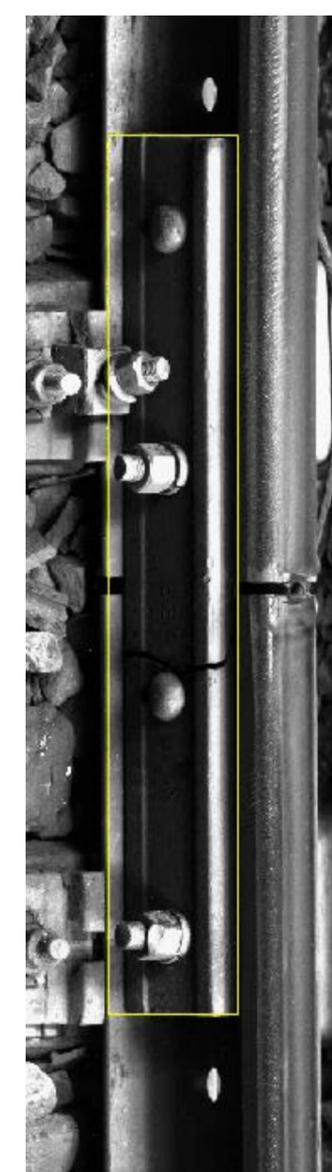
# Определение наличия и оценка состояния стыковых накладок



Программа производит в автоматическом режиме анализ найденных накладок на наличие трещин.



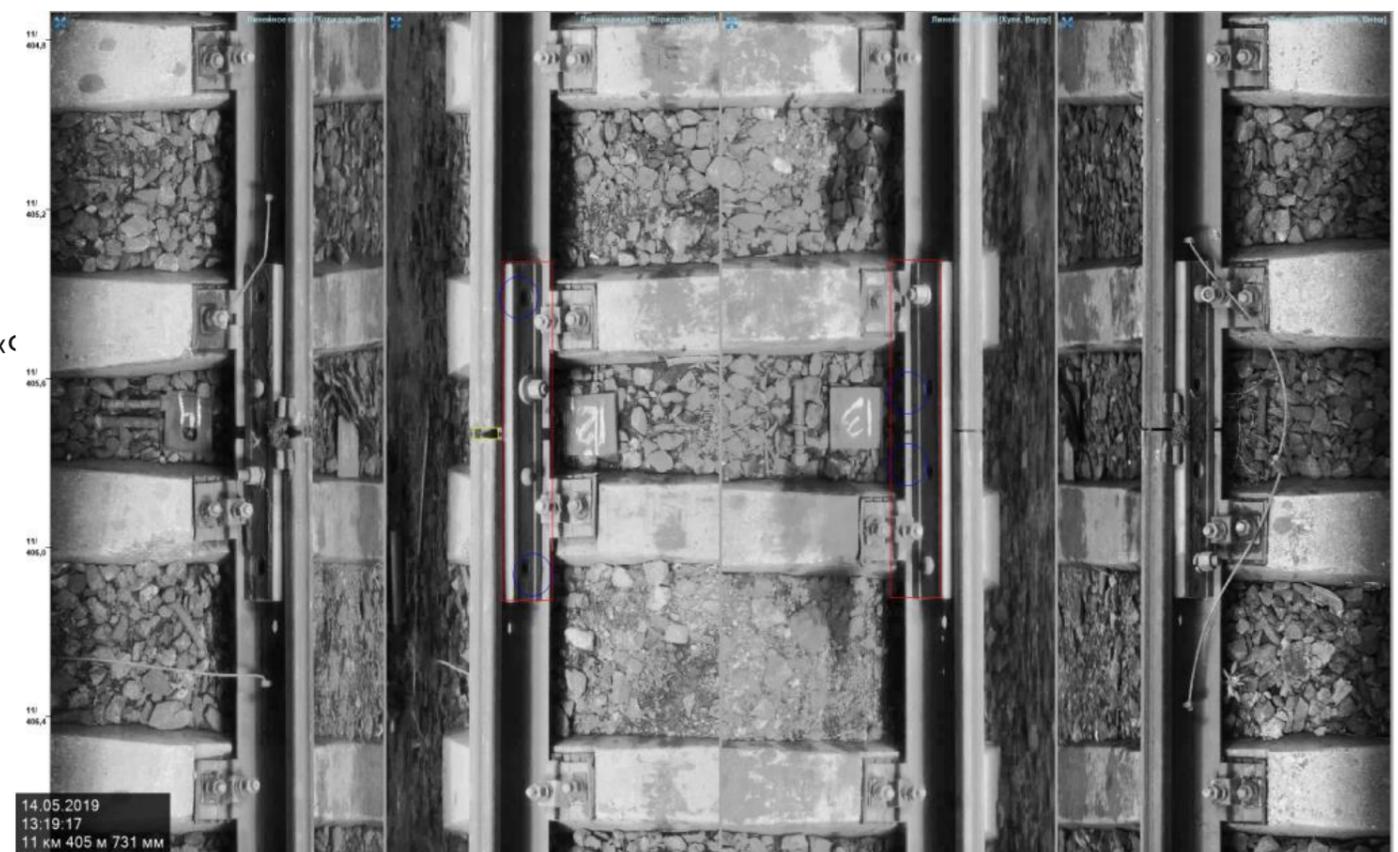
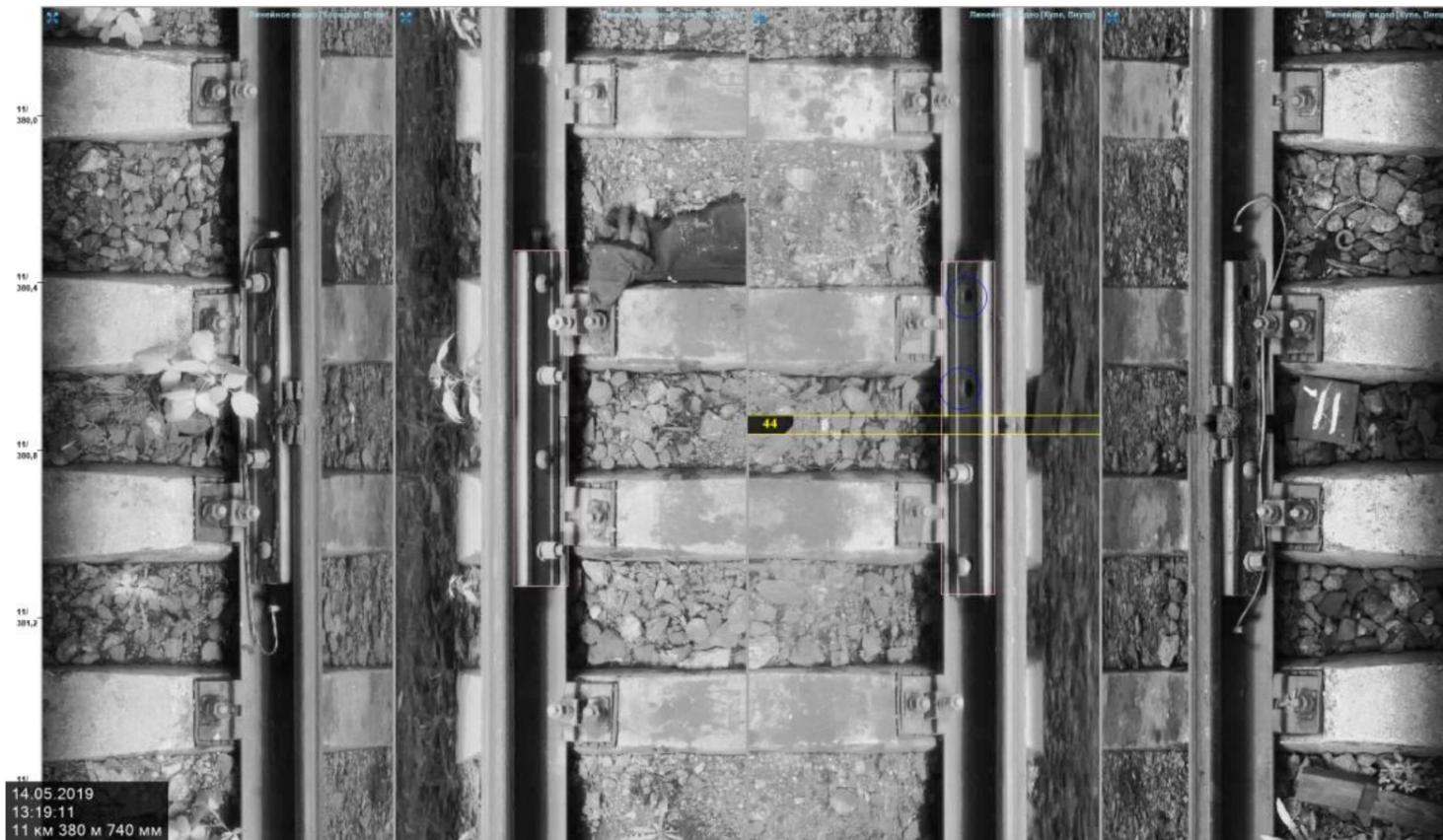
А»



# Определение наличия и оценка состояния стыковых болтов



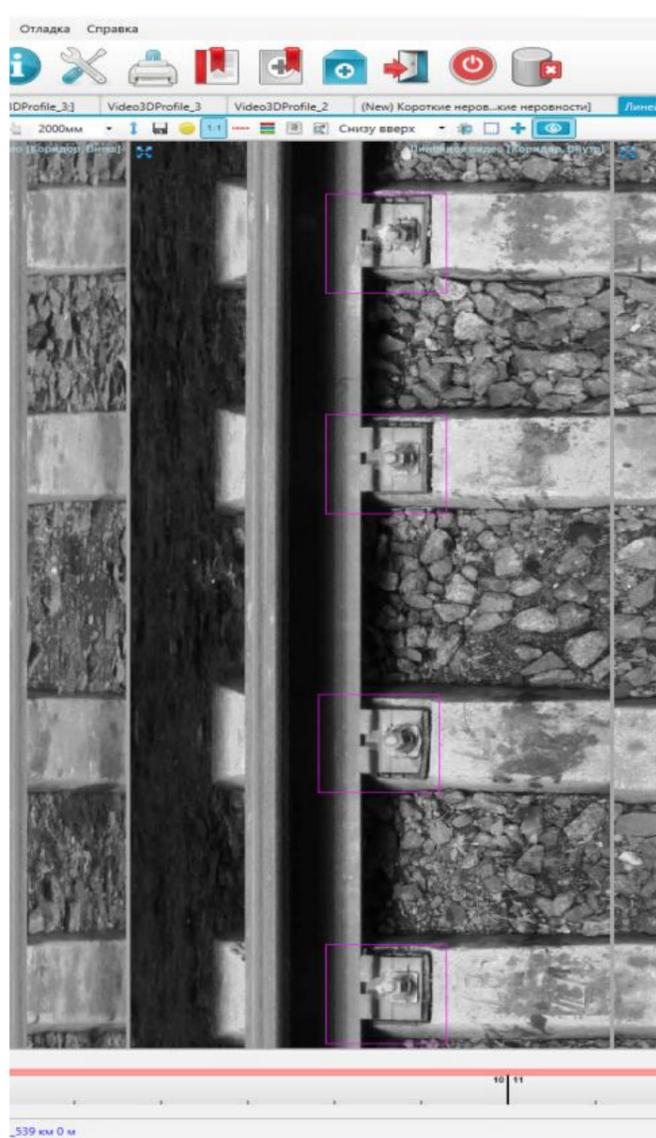
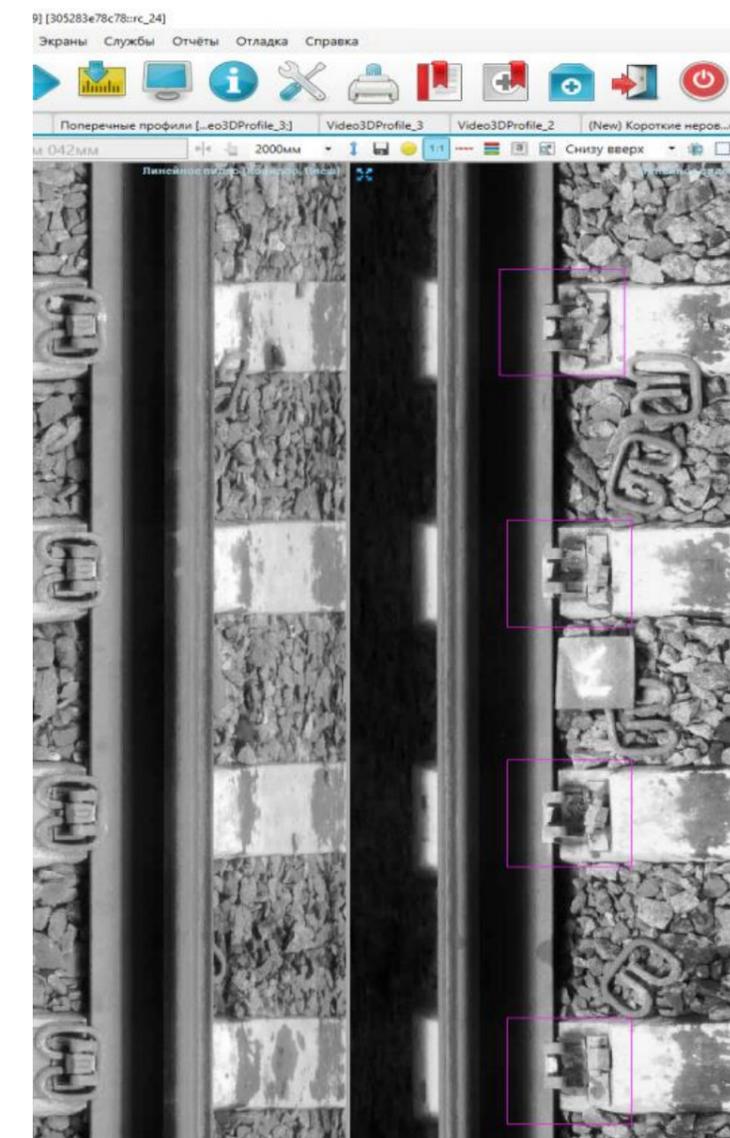
Производится оценка накладок на наличие стыковых болтов и автоматически формируются ограничения скорости в соответствии с классификатором.



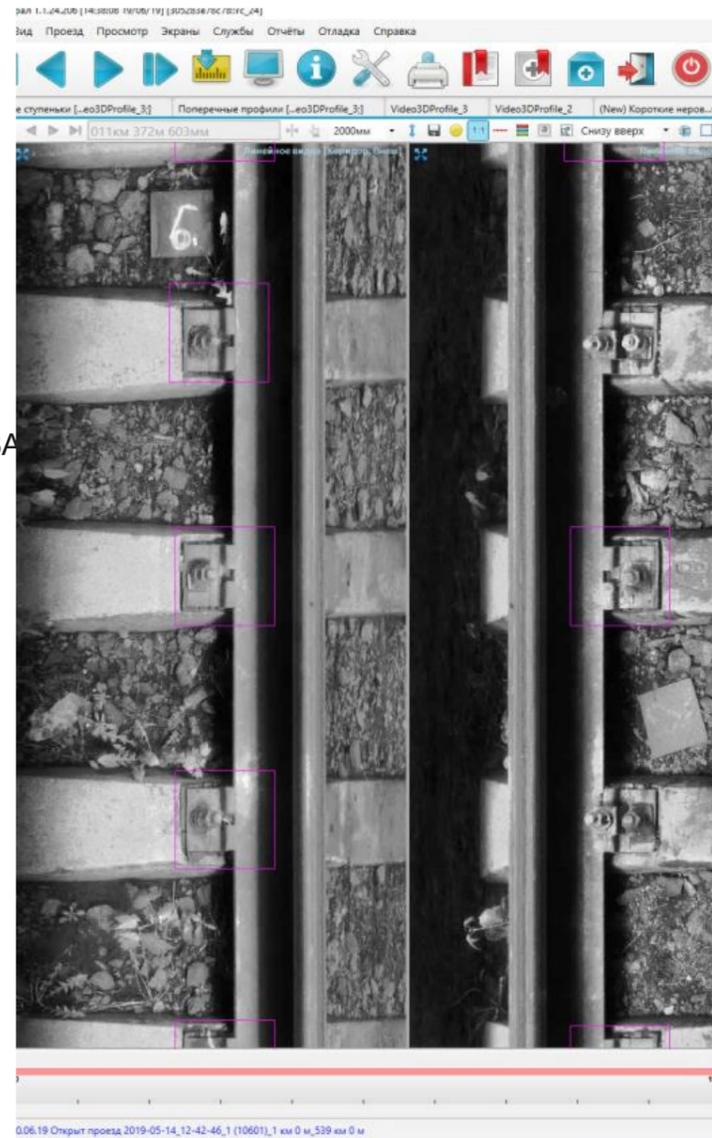
# Определение наличия и оценка состояния рельсовых скреплений



Программные алгоритмы системы успешно находят дефектные скрепления, внешний вид которых отличается от эталонных, т.е. от исправных скреплений.



ЗА





Для оценки параметра «Плавность хода» используется UIC-518:2009 “Рельсовый подвижной состав. Ходовые и приемочные испытания по динамическим характеристикам. Требования по безопасности, влиянию на путь и ходовые характеристики”.

Для оценки параметра «Уровень комфорта пассажиров» используются ГОСТ 31191, ИСО2631 “Вибрация и удар. Оценка воздействия общей вибрации на человека”.

Реализован также СТО РЖД «Услуги на железнодорожном транспорте. Метод оценки влияния ускорений на комфорт пассажиров в поездах».

**Цель:**

Оценка комфорта пассажиров и плавности хода подвижного состава

**ПОРТАТИВНЫЙ АКСЕЛЕРОМЕТР «АКСИОМА»**

АО «Фирма ТВЕМА»  
АВТОНОМНЫЕ СИСТЕМЫ ДИАГНОСТИКИ



Компактная, автономная, легкая и простая конструкция

Не требует специальной подготовки инженерно-технического персонала

Комплект необходимых документов и руководств для пользователя

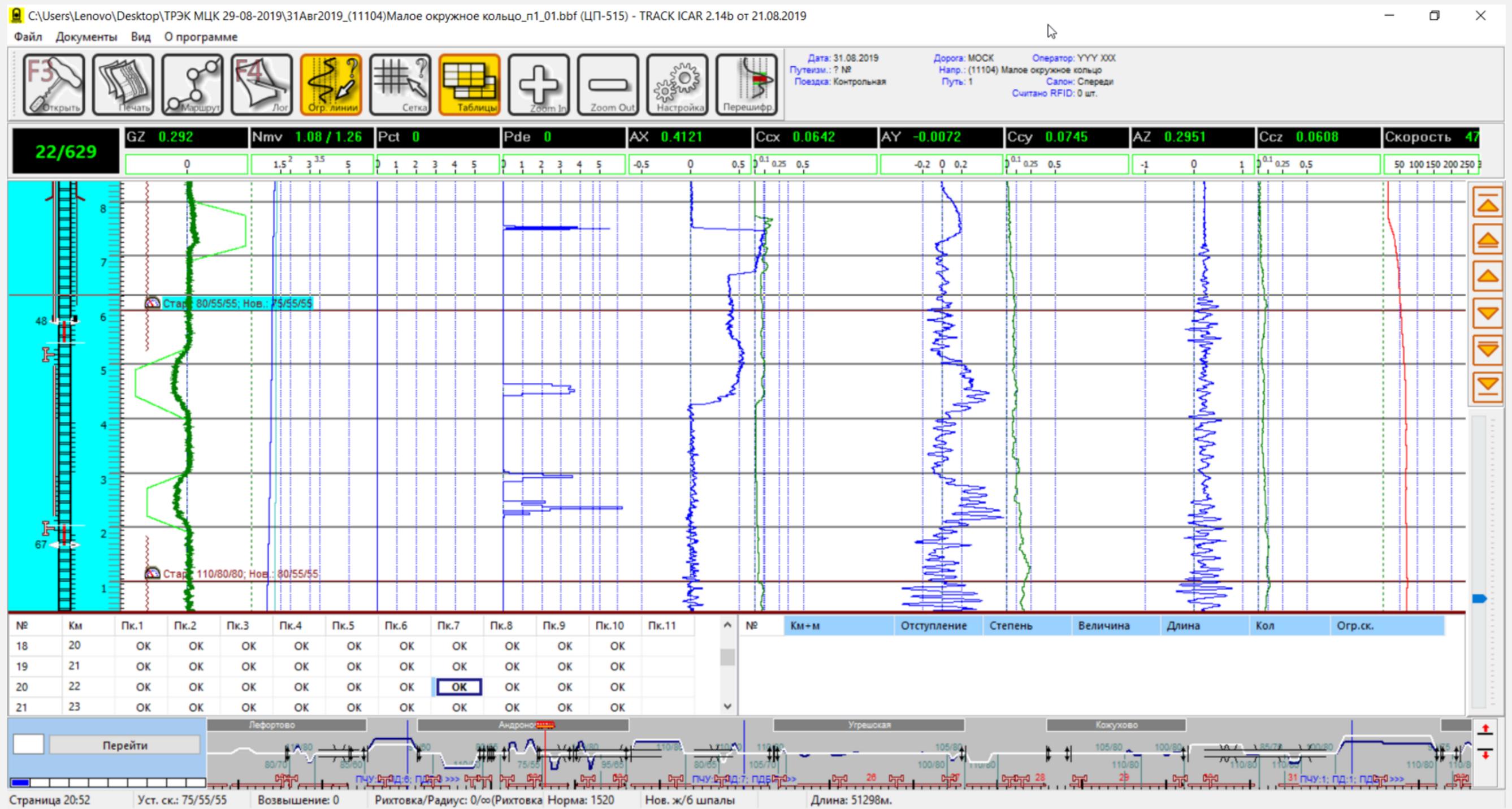
Для обработки данных используется стандартное оборудование

Успешно прошел испытания в ФГУП «ВНИИМС» и включен в Государственный реестр средств измерений (Госреестр СИ)

# АО «Фирма ТВЕМА»

## АВТОНОМНЫЕ СИСТЕМЫ ДИАГНОСТИКИ

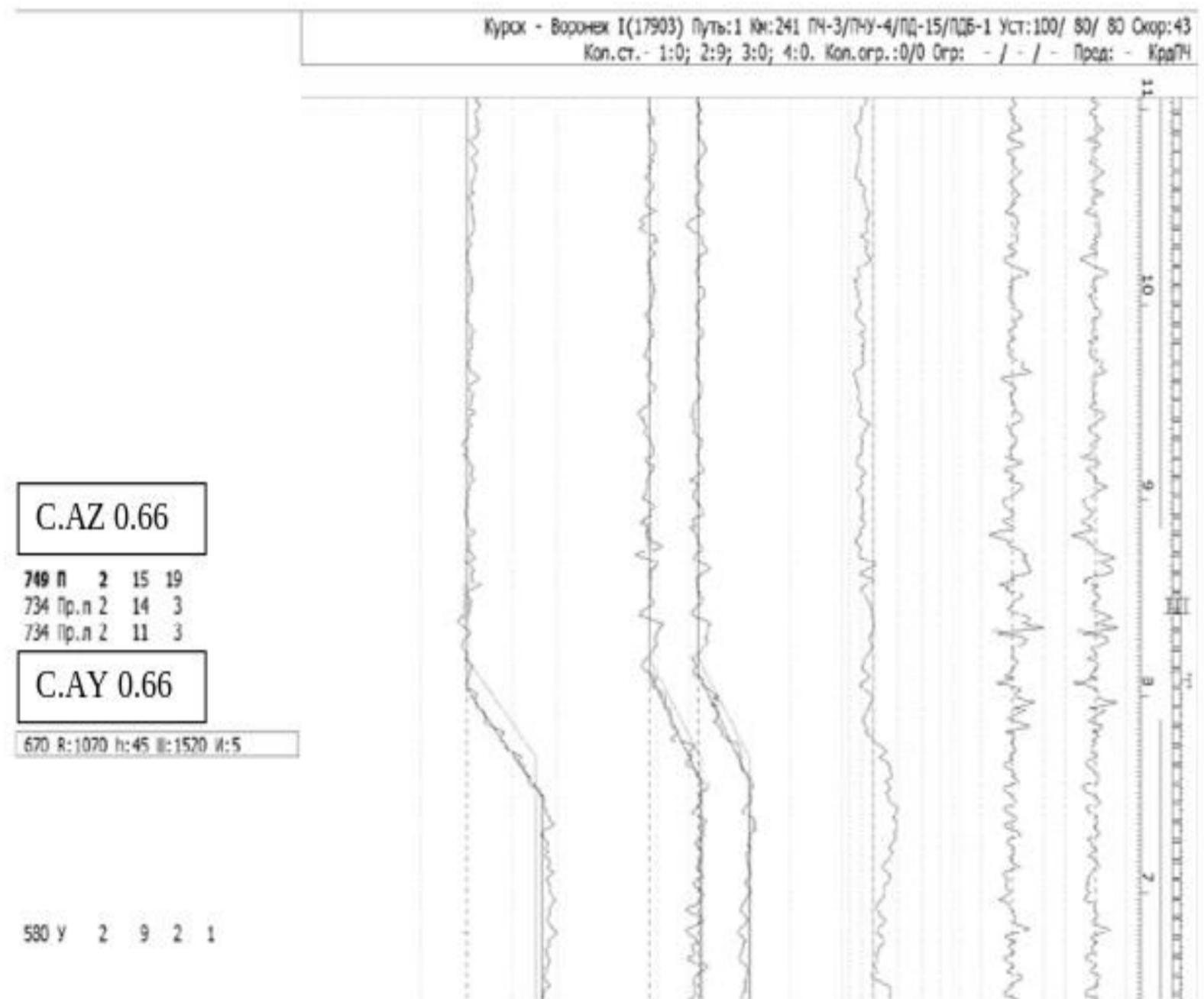
Программное обеспечение осуществляет привязку измерений к путевой координате, расчет показателей комфорта и плавности хода, визуализацию состояния путевой инфраструктуры. Результаты измерений показывают достоверность показаний аппаратуры, совпадение с ГРК подтверждает этот факт.



**Программное обеспечение** также осуществляет отображение неисправностей, влияющих на комфорт движения пассажиров и плавность хода подвижного состава, на дубликате графической диаграммы вагонов-путеизмерителей.

**Программное обеспечение** в автоматическом режиме формирует все необходимые отчетные формы, а также осуществляет выгрузку в ЕКАСУИ для формирования заданий на устранение.

№ п/п	Код	Перегон, станция	ПС	ПЧ	Путь	Километр	Пикет	Мосты, СТР, переезды	Кривая (R м)	Текущая про	
										Нарушение дискомфорта пассажиров	АКСНОМА
<b>Октябрьская ДИ</b>											
1	14601	Славянка	718	10	1	15	1	СП № 21, ур.пр			C.AZ
2	14601	Славянка	718	10	1	16	3	СП №13, ур.пр.			C.AY
3	14601	Славянка	718	10	1	17	4				C.AZ/AZ
4	14601	Славянка-Колпино	718	10	1	18	1				C.AZ
5	14601	Саблино	718	10	1	44	4	Ур.пр.			C.AZ
6	14601	Ушаки	718	10	1	63	9	Ур.пр.			C.AZ
7	14601	Рябово	718	10	1	73	5	СП № 19, Ур.пр			C.AY
8	14601	Рябово	718	10	1	73	6				C.AZ
9	14601	Рябово	718	10	1	74	5	СП № 6, ур.пр			CAZ
10	14601	Рябово	718	10	1	74	6				CAZ
11	14601	Торфаное	718	7	1	110	2	Ур.пр.			C.AZ



# АО «Фирма ТВЕМА»

## АВТОНОМНЫЕ СИСТЕМЫ ДИАГНОСТИКИ

УТВЕРЖДАЮ  
Главный инженер  
Московского метрополитена  
Б.А. Кошечев  
«02» 07 2018 г.

**ПРОГРАММА И МЕТОДИКА  
ИСПЫТАНИЙ ТЕПЛОВИЗИОННОГО ОБОРУДОВАНИЯ,  
УСТАНОВЛЕННОГО НА ПОДВИЖНОМ СОСТАВЕ**

СОГЛАСОВАНО Заместитель главного инженера метрополитена – начальник Службы технической политики М.А. Шёвченко «13» 06 2018 г.	СОГЛАСОВАНО Начальник Центра управления содержания инфраструктуры Дирекции инфраструктуры И.Е. Лазарев «13» 05 2018 г.
Заместитель начальника метрополитена – начальник Службы подвижного состава Р.Ю. Широков «16» 05 2018 г.	Начальник Службы сигнализации, централизации и блокировки Дирекции инфраструктуры В.С. Богданов «16» 05 2018 г.
Главный инженер – заместитель начальника Дирекции инфраструктуры А.А. Савенков «16» 05 2018 г.	Начальник Службы электроснабжения Дирекции инфраструктуры А.Л. Михайлов «16» 05 2018 г.
Начальник Службы пути и искусственных сооружений Дирекции инфраструктуры В.В. Лебедев «18» 05 2018 г.	И.И. Шенников И.И. 29.06.2018
Начальник Центра диагностики и мониторинга устройств инфраструктуры Дирекции инфраструктуры А.С. Комаров «18» 05 2018 г.	РАЗРАБОТАНО Генеральный директор АО «Фирма ТВЕМА» В.Ф. Тарабрин 2018 г.



УТВЕРЖДАЮ  
Главный инженер  
метрополитена  
Б.А. Кошечев  
«02» 07 2018 г.

АКТ

проведения испытаний тепловизионного оборудования, установленного на подвижном составе, производства компании АО «Фирма ТВЕМА»

В соответствии с распоряжением от 10.10.2019 № УД-08-1697/19 комиссия в составе:

Председатель комиссии:	А.С. Комаров
Заместитель председателя:	Д.В. Дремов
Члены комиссии:	В.И. Епифанов Д.А. Вайдов П.Р. Ларичев И.Е. Лазарев Д.С. Игнатов А.П. Соловьев П.В. Панасенко А.Ю. Луговский

провела и завершила 06.12.2019 на Сокольнической линии метро ГУП «Московский метрополитен» испытания тепловизионного оборудования, установленного на подвижном составе в соответствии с утвержденной 02.07.2018 «Программой и методикой испытаний системы тепловизионной диагностики, установленной на подвижном составе метрополитена» (далее – ПМИ).

1. Целью испытаний являлась оценка эффективности диагностики тепловизионным оборудованием, производства АО «Фирма ТВЕМА», объектов инфраструктуры метрополитена, установленным на постоянно эксплуатируемом подвижном составе модели 81-717, с возможностью передачи результатов контроля в режиме «on-line» и подтверждение заявленного функционала.

7

неисправных объектов инфраструктуры, необходимо доработать алгоритм программного обеспечения, осуществляющего автоматическую обработку данных измерений.

4. Для исключения задержек передачи данных при проведении диагностики в часы пик, вызванных повышенной нагрузкой на использованный при испытаниях общий канал связи wi-fi, и повышения надежности передачи данных необходимо рассмотреть возможность передачи данных через выделенный служебный канал wi-fi или подключение к технологической сети передачи данных метрополитена.

Начальник Центра диагностики и мониторинга Дирекции инфраструктуры А.С. Комаров  
Начальник электродепо «Черкизово» Д.В. Дремов

Главный инженер 1-й дистанции пути и искусственных сооружений Службы пути и искусственных сооружений Дирекции инфраструктуры В.И. Епифанов

Электромеханик Дистанции освещения – 1 Службы электроснабжения Дирекции инфраструктуры Д.А. Вайдов

Заместитель начальника 1-й дистанции сигнализации Службы сигнализации, централизации и блокировки Дирекции инфраструктуры П.Р. Ларичев

Начальник отдела «Центр управления содержанием инфраструктуры» Дирекции инфраструктуры И.Е. Лазарев

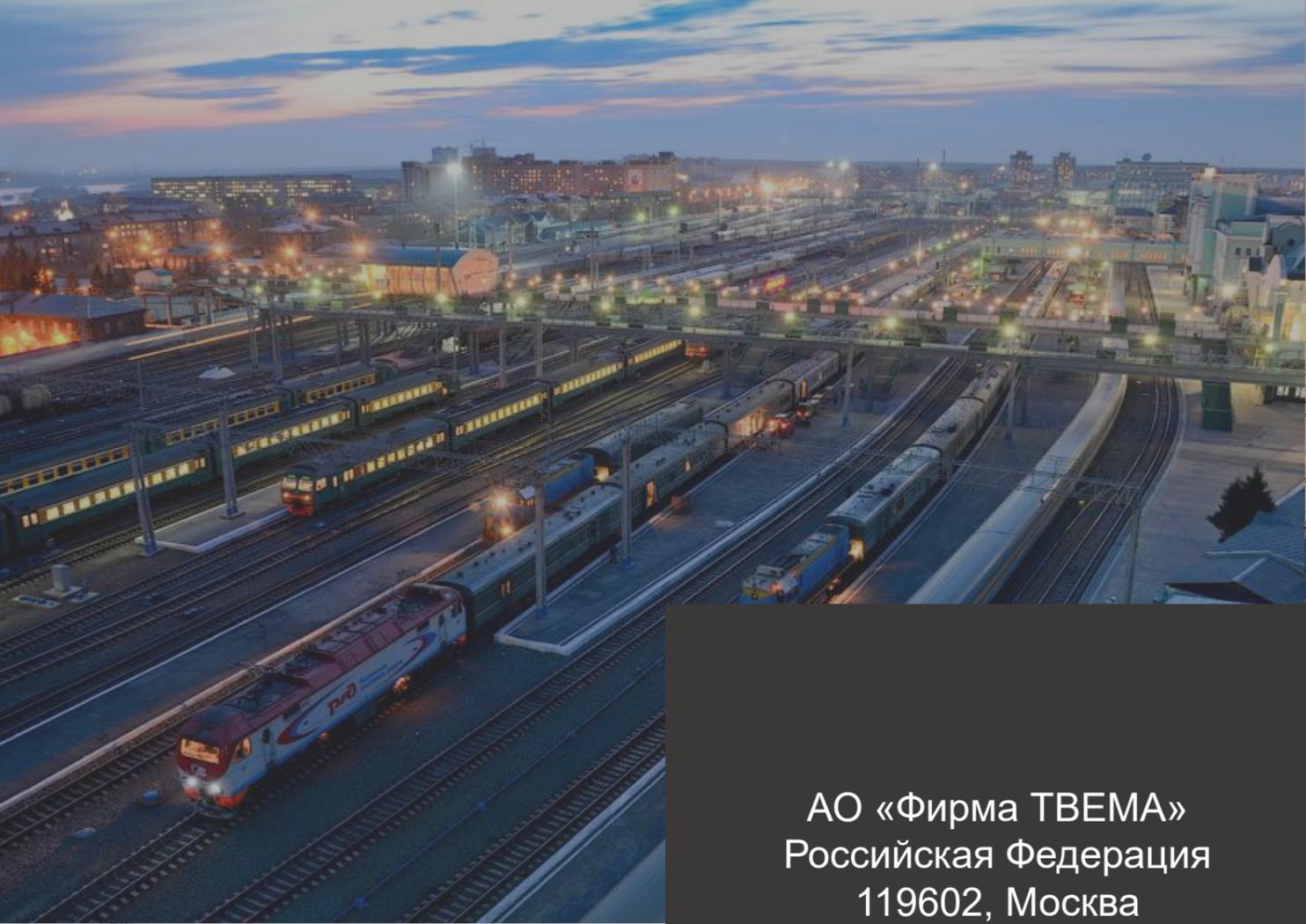
Заместитель начальника Центра диагностики и мониторинга Дирекции инфраструктуры Д.С. Игнатов

Инженер 1 категории отдела технического развития и сотрудничества Службы технической политики А.П. Соловьев

Руководитель проектов Службы развития Дирекции информационно-технологических систем и систем связи П.В. Панасенко

Руководитель проектов АО «Фирма ТВЕМА» А.Ю. Луговский

СИСТЕМА ТЕПЛОВИЗИОННОГО КОНТРОЛЯ



АО «Фирма ТВЕМА»  
Российская Федерация  
119602, Москва  
ул. Никулинская 27  
+7 495 230 30 26  
tvema.ru

