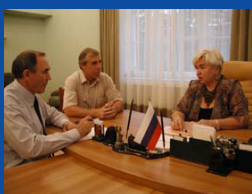


Содержание

КОМПЛЕКС СРЕДСТВ ДЛЯ НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ РЕЛЬСОВ

Становление и развитие направления



Стр. 3

Совмещенный вагон-дефектоскоп с комплексом АВИКОН-03М



Стр. 14

Дефектоскоп АВИКОН-01МР



Стр. 23

Двухниточный дефектоскоп АВИКОН-11



Стр. 24

Тренажерный комплекс АВИКОН-11Т



Стр. 29

Двухниточный дефектоскоп АВИКОН-14 с колесными преобразователями



Стр. 30

Однониточный дефектоскоп АВИКОН-12



Стр. 34

Дефектоскоп-штанга АВИКОН-15 с регистрацией



Стр. 35

Самоходная тележка с дефектоскопическим комплексом АВИКОН-16



Стр. 37

Портативный дефектоскоп АВИКОН-02Р



Стр. 39

Многоканальный дефектоскоп МИГ-УКСМ



Стр. 40

Дефектоскоп АВИКОН-17 для оценки размеров дефектов



Стр. 43

Установки для контроля рельсов на РСП АВИКОН-11РСП/ВС



Стр. 45

Подготовка специалистов



Стр. 47



ДЕФЕКТОСКОПИЯ РЕЛЬСОВ

20 лет на службе безопасности движения поездов

В 2011 году ОАО «Радиоавионика» отмечает 20-летие своей деятельности на рынке создателей радиоэлектронной продукции многоцелевого назначения.

За истекший период наше предприятие прошло непростой путь от развивающейся компании до крупной научно-производственной компании федерального масштаба.

Благодаря целенаправленным усилиям коллектива ОАО «Радиоавионика» удалось занять достойное место в ряду отечественных производителей конкурентоспособной продукции радиоэлектронного профиля.

За последние два десятилетия основным результатом деятельности нашего предприятия в области неразрушающего контроля явились разработка и поставка на железные дороги более **1650 съемных и 15 мобильных средств** диагностики рельсового пути. Практически все разработанные нами приборы для своего времени были и остаются наиболее передовыми по техническим решениям и эффективными по выявляемости дефектов.

Важность направления по созданию средств неразрушающего контроля рельсов, обеспечивающих безопасность движения поездов, всегда понимало руководство ОАО «РЖД». Заместитель начальника Центральной дирекции инфраструктуры В.П. Конаков все эти годы с особым вниманием и действенной поддержкой направлял деятельность ОАО «Радиоавионика».



*Генеральный директор ОАО «Радиоавионика», к.т.н. Т.Н. Бершадская,
ее первый заместитель Н.А. Белоусов и заместитель начальника
Центральной дирекции инфраструктуры В.П. Конаков
на Международной выставке-ярмарке «Путевые машины-2006»*

Можно констатировать, что нынешнее руководство Департамента пути и сооружений (Центральной дирекции инфраструктуры) ОАО «РЖД» знает о наших разработках и уверено, что с помощью приборов, выпускаемых ОАО «Радиоавионика», будет достигнут необходимый уровень безопасности движения поездов.



Первый заместитель начальника Центральной дирекции инфраструктуры ОАО «РЖД» А.Б. Киреевнин знакомится с новыми дефектоскопами (2011 г.)

Становление и развитие направления

Одним из первых успешных областей деятельности в ОАО «Радиоавионика» стало направление по созданию новых **средств неразрушающего контроля рельсов** и других ответственных объектов железнодорожного транспорта.

Средства дефектоскопии нашего производства широко известны как на российских железных дорогах, так и за рубежом. Это и совмещенные вагоны-дефектоскопы с комплексом АВИКОН-03М; и съемные двухниточные дефектоскопы АВИКОН-01МР и АВИКОН-11; многоканальные дефектоскопы МИГ-УКСМ для контроля сварных стыков рельсов; установки АВИКОН-11РСР и МИГ-УКС/РСР для контроля рельсов на рельсосварочных предприятиях, портативные дефектоскопы АВИКОН-02Р и многие другие приборы.

Предпосылки к зарождению данного направления на предприятии созданы благодаря многолетнему сотрудничеству докторов технических наук, профессоров **А.К. Гурвича** и **А.А. Маркова**. Полученные ими результаты, были положены в основу технического задания на первый в России совмещенный вагон-дефектоскоп (СВД), реализующий ультразвуковые и магнитные методы контроля рельсов.




Профессоры А.К. Гурвич и А.А. Марков – основатели направления по неразрушающему контролю в ОАО «Радиоавионика»

Начиная с мая **1993 г.**, в ОАО «Радиоавионика» были развернуты работы по двум НИОКРам: «Вагон-дефектоскоп» и «Комплекс». Отделению средств неразрушающего контроля пришлось решать весьма сложные задачи по объединению двух физических принципов НК (магнитного и ультразвукового) в едином комплексе вагона-дефектоскопа. Первые пробные проезды нового вагона проходили в крайне сложных условиях. Для доведения комплекса до рабочего состояния пришлось сделать около 30 предварительных (настроечных) проездов, при этом молодой коллектив Отделения НК набирался ценного опыта. Была выбрана оптимальная система намагничивания рельсов, определены требуемые параметры дефектоскопического комплекса.

По инициативе профессора А.К. Гурвича начались работы по созданию комплекса средств неразрушающего контроля рельсов: двухниточного съемного дефектоскопа **АВИКОН-01**, переносного дефектоскопа **АВИКОН-02**, комплекта стандартных образцов **СО-1 - СО-4**. В этих приборах страна остро нуждалась, так как в связи с распадом СССР основной производитель средств дефектоскопии рельсов - ПО «Волна», со специально построенным для этих целей заводом «Электроточприбор», оказался за границей (Молдова).

Разработка первого микропроцессорного дефектоскопа АВИКОН-01 также проходила непросто. В приборе впервые в рельсовой дефектоскопии использовались не апробированные еще в то время жидкокристаллические индикаторы (ЖКИ), пленочная панель управления, встроенный микропроцессор. Дефектоскоп должен был работать в широком диапазоне температур (от минус 40 до плюс 50°C) при воздействии атмосферных осадков и при этом иметь интуитивно понятный и доступный интерфейс. С точки зрения дефектоскопии схема прозвучивания рельсов 20-ю каналами дефектоскопа в то время не имела аналогов в мире и впервые реализовывала совместно с эхо- и зеркально-теневым методами еще и зеркальный метод контроля. В результате дефектоскоп нового поколения стал обнаруживать на 8 типоразмеров дефектов больше, чем его аналоги.

В сентябре 1993 г. решением Главного управления пути МПС России ОАО «Радиоавионика» определено головным разработчиком и производителем средств неразрушающего контроля рельсов.



В 1996 г. создан и сертифицирован Госстандартом Испытательно-метрологический центр, проводящий поверку средств неразрушающего контроля. Дефектоскопы АВИКОН-01 начали эксплуатироваться на Октябрьской ж.д.

В 1997 г. первый совмещенный вагон-дефектоскоп начал контролировать рельсы на Октябрьской железной дороге, и при первых же рабочих проездах было зафиксировано и подтверждено 19 опасных дефектов.

Летом 1999 года начался серийный выпуск дефектоскопов АВИКОН-01 и их внедрение на Октябрьской и Западно-Сибирской железных дорогах.

В 2000 г. АВИКОН-01 вводится в эксплуатацию на Северной, Московской, Восточно-Сибирской ж. д., а уже в 2001 – 2002 г. – на всех 17 железных дорогах России. Дефектоскопы нового поколения показывают впечатляющие результаты. На каждую тысячу километров проверенного пути они находят в 3-5 раз больше дефектов, чем дефектоскопы типа ПОИСК.

В начале 2001 г. по заказу ЦП ОАО «РЖД» разработана система сплошной регистрации сигналов для дефектоскопа АВИКОН-01 – **регистратор РИ-01**. Введение сплошной регистрации сигналов произвело настоящую революцию в сфере неразрушающего контроля рельсов. Теперь сигналы с каждого миллиметра пути по всем 20-ти каналам дефектоскопа фиксируются на регистраторе с возможностью последующего анализа (расшифровки) дефектограмм на стационарном компьютере. Это позволило дополнительно обнаруживать до 20% опасных дефектов рельсов.

Заложены основы для создания программно-аппаратного комплекса неразрушающего контроля дистанции пути **ПАК НК**.

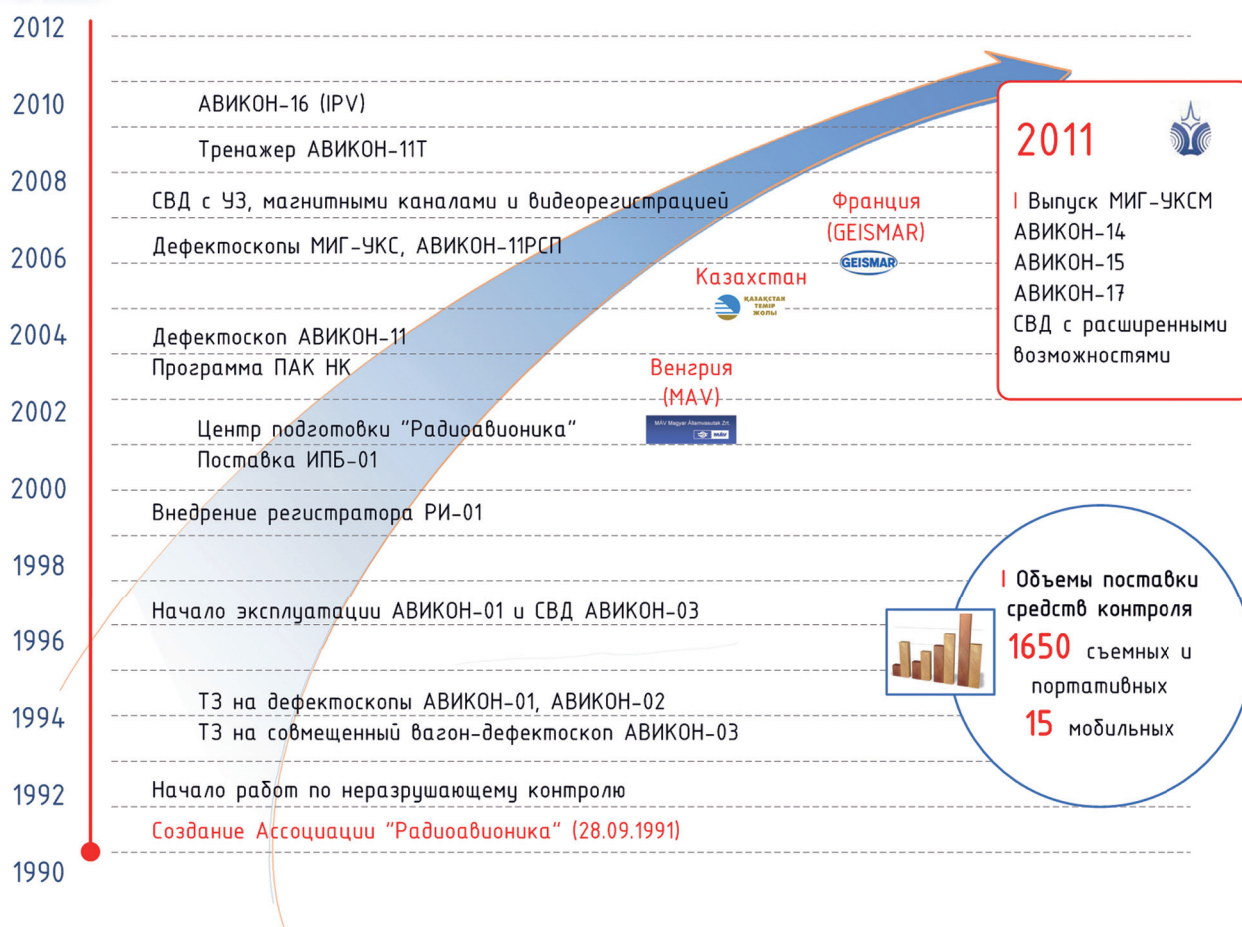
В 2003 г. разработана модификация дефектоскопа – **АВИКОН-01 МР**, обладающего более совершенной схемой прозвучивания головки рельса и – впервые – с возможностью просмотра сигналов контроля в виде В-развертки непосредственно на экране электронного блока.

Разработана установка для входного и приемочного контроля рельсов и сварных стыков рельсосварочных предприятий (РСП) на базе АВИКОН-01 и АВИКОН-02Р. Серийно выпускаются портативные дефектоскопы АВИКОН-02Р и аппаратура вагона АВИКОН-03М.

С целью передачи необходимых знаний по эксплуатации микропроцессорных дефектоскопов и обучения основам расшифровки дефектограмм сплошного ультразвукового контроля рельсов на базе ОАО «Радиоавионика» создан **Центр подготовки** по неразрушающему контролю.

Все эти работы в 2000-2003 г.г. велись под руководством Н.А. Белоусова. В 2004 г. после перехода Н.А. Белоусова на должность первого заместителя генерального директора – директора НИИ «Союз» и с учетом резко возросших задач создан **научно-технический комплекс средств неразрушающего контроля** (НТК СНК), руководит которым по настоящее время доктор технических наук, почетный машиностроитель А.А. Марков.

В состав созданного НТК СНК вошли научно-технические центры (НТЦ) разработки съемных и переносных (под руководством Шилова М.Н.) и мобильных (Политай П.Г.) средств неразрушающего контроля, а также Отдел конструкторской документации и сопровождения производства (Бовдей В.А.).



Этапы развития работ и объемы поставки средств неразрушающего контроля производства ОАО «Радиоавионика»

В октябре 2005 г. внесен в Государственный реестр средств измерений дефектоскоп сплошного контроля рельсов – **АВИКОН-11**, превосходящий по своим технико-эксплуатационным характеристикам АВИКОН-01. В этом же году на базе данного прибора разработана и изготовлена установка для контроля рельсов на рельсосварочном предприятии **АВИКОН-11/РСП**. С января 2006 г. и по настоящее время две установки успешно эксплуатируются на РСП-8 Северной ж.д. Впоследствии, аналогичные установки внедрены на РСП-31 (Северо-Кавказской ж.д.) и РСП-29 (Зап-Сиб. ж.д.).

Проведена масштабная работа по модернизации совмещенного вагона-дефектоскопа, оснащаемого новым улучшенным дефектоскопическим комплексом **АВИКОН-03М**.

В 2006 г. разработан и прошел опытную эксплуатацию оригинальный прибор МИГ-УКС для автоматизированного контроля сварных стыков. За период 2006-2008 г.г. выпущено и поставлено на сеть дорог ОАО «РЖД» 60 комплектов **МИГ-УКС**.



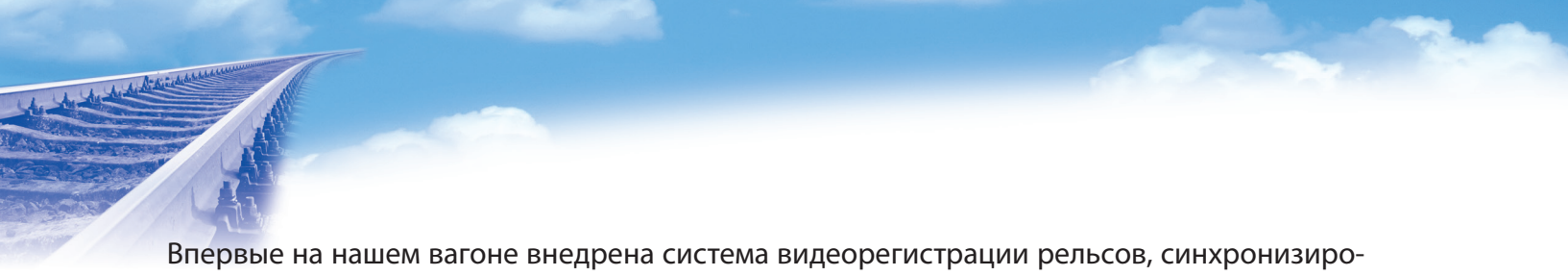


*Первые лица государства и ОАО «РЖД» знакомятся
с новым многоканальным дефектоскопом МИГ-УКС*

Освоен выпуск дефектоскопов АВИКОН-11. В рамках Программы «Безопасность...2006» на дистанции пути ОАО «РЖД» поставлены съемные дефектоскопы АВИКОН-11, портативные дефектоскопы АВИКОН-02Р и совмещенный вагон-дефектоскоп.



*Золотые медали международного инновационного салона «Архимед-2006-2008»
за дефектоскопы нового поколения*



Впервые на нашем вагоне внедрена система видеорегистрации рельсов, синхронизированная с данными дефектоскопических каналов.

В 2007 г. разработана модификация дефектоскопа **МИГ-УКС/РСП** для работы на рельсоварочном предприятии, и в октябре этого же года две такие установки поставлены на РСП-31 Северо-Кавказской ж.д. (г. Тихорецк).

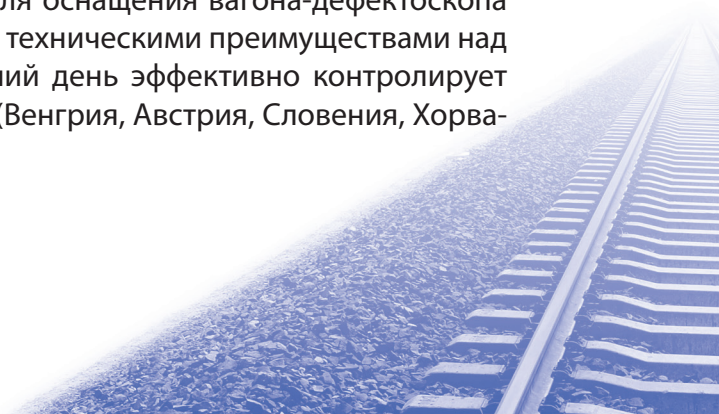
Началось наше тесное сотрудничество с фирмой **«Жейсмар»** (Франция) – всемирно известным поставщиком путевой техники практически для всех железных дорог мира. Благодаря совместной деятельности, наши дефектоскопы работают в Канаде, Турции, Мавритании, Франции и Англии. Ведутся работы по продвижению нашей продукции в Швейцарию, Китай и Перу.

По заказам фирмы «Жейсмар» не только проведена адаптация дефектоскопов АВИКОН-02Р, -11, -12 и МИГ-УКС, но и полностью разработан дефектоскопический комплекс АВИКОН-16 для установки на самоходную французскую тележку «EGO US» для проверки рельсов на скоростях до 10 км/ч.



Испытания дефектоскопа АВИКОН-11 на железных дорогах Франции

В 2008 году поставлена аппаратура АВИКОН-03М для оснащения вагона-дефектоскопа для **венгерских железных дорог**. Обладая многими техническими преимуществами над аналогами, этот вагон-дефектоскоп и по сегодняшний день эффективно контролирует рельсы железных дорог стран центральной Европы (Венгрия, Австрия, Словения, Хорватия и др.).





Дефектоскопический комплекс АВИКОН-03М на венгерских железных дорогах

В настоящее время на дорогах ОАО «РЖД», а также в Венгрии и в Казахстане успешно эксплуатируются 15 совмещенных вагонов-дефектоскопов нашего производства.

Успешное сотрудничество много лет ведется и со странами СНГ и Балтии. Дефектоскопы АВИКОН-11 контролируют рельсы Бакинского метрополитена.

С 2008 г. в ОАО «Радиоавионика» началась разработка первых отечественных многоканальных ультразвуковых колесных преобразователей, обеспечивающих более высокое качество контроля рельсов по сравнению с традиционными системами. Это позволило **в 2009-2011 г.г.** создать двухниточный дефектоскоп **АВИКОН-14**, который отличается от прототипов не только новой системой ввода у.з. колебаний, но и новым подходом к построению радиоэлектронной части дефектоскопа. В данном приборе, а также в других новых дефектоскопах (АВИКОН-15, АВИКОН-17) в качестве устройства обработки и индикации дефектоскопической информации применяются компактные защищенные промышленные компьютеры. Широкие возможности системы обработки и отображения сигналов дефектоскопа АВИКОН-14 позволяют анализировать дефектограммы на повышенной чувствительности и обоснованно принимать решение о наличии или отсутствии дефекта непосредственно в пути. Новые возможности дефектоскопа АВИКОН-14 создают предпосылки для постепенного изменения технологии сплошного контроля рельсов.

Необходимость прибора для контроля локальных участков пути – одониточного дефектоскопа-штанги, не уступающего по возможностям основным средствам дефектоскопии, для российских железных дорог назрела давно. Такой многоканальный дефектоскоп **АВИКОН-15** по заданию Департамента пути и сооружений ОАО «РЖД» разработан в течение 2009-2011 г.г. Отличительной особенностью прибора является его исполнение в виде штанги, малые габариты и масса (не более 8 кг), схема прозвучивания, повторяющая схемы средств сплошного контроля последнего поколения, и естественно, непрерывная регистрация сигналов по всем каналам.

Классический подход ультразвуковой дефектоскопии не позволяет определять реальные размеры и конфигурацию внутренних дефектов рельсов. Многолетние исследования и знания реальной практики контроля способствовали разработке уникального прибора **АВИКОН-17** для оценки реальных размеров дефектов в головке рельсов. Он позволяет просканировать локальный участок головки рельса и отобразить конфигурацию поперечной трещины на дисплее портативного компьютера. Полуавтоматический расчет измеренной площади дефекта и возможность его представления в виде 3D-изображения является оригинальным решением.



С 2009 г. идут активные работы по модернизации и **расширению функциональных возможностей вагона-дефектоскопа**. Дополнена схема прозвучивания рельсов (до 12-ти каналов на каждую нитку пути), обновлена конструкция искательной системы, разработана магнитная следящая система. Установлено дополнительное оборудование: датчики температуры рельсов и окружающего воздуха, информационное табло для контроля за расходом и температурой контактирующей жидкости, GPS оборудование и др. Но главное, вагон-дефектоскоп оснастили двумя новыми системами диагностики рельсового пути: 12-канальной системой сплошной видеорегистрации пути и инерциальной системой измерения отдельных параметров геометрии рельсового пути. Комплексный анализ получаемой вагоном-дефектоскопом информации позволяет дополнительно повысить вероятность обнаружения дефектов в рельсах.



Члены приемочной комиссии ОАО «РЖД» совместно с разработчиками ОАО «Радиоавионика» на испытаниях вагона-дефектоскопа с расширенными функциональными возможностями (июнь 2011 г.)

В 2010 году в рамках международного соглашения между ОАО «РЖД» и **Ливийскими ж.д.** поставлено и успешно прошло приемочные испытания оборудование для рельсосварочного предприятия (МИГ-УКС/РСП, АВИКОН-02Р/ПК) в г. Бенгази. Подобные комплексные поставки оборудования для сварки и проверки рельсов в будущем планируются и в другие страны.





Комиссия во главе с президентом ОАО «РЖД» В.И. Якуниным принимает участок дефектоскопии на рельсосварочном предприятии в г. Бенгази (Ливия)

В **2010-2011** г.г. модернизирован дефектоскоп **МИГ-УКС**. Новые качества дефектоскопа МИГ-УКСМ – введение технологии сканирования сварного стыка и отображение сигналов на В-развертке – обеспечивают более надежный контроль сварки по сравнению с его базовой версией. Эксплуатация как первых, так и модернизированных МИГ-УКСМ показала, что среднее время контроля одного сварного стыка составляет около 3 мин., что в несколько раз меньше, чем при ручном контроле.

В юбилейном 2011 году в ОАО «Радиоавионика» успешно прошли приемочные испытания комиссий ОАО «РЖД» модернизированный дефектоскоп МИГ-УКСМ (апрель 2011г.), новый вагон-дефектоскоп АВИКОН-03М с расширенными функциональными возможностями, дефектоскопы АВИКОН-14, АВИКОН-15 и АВИКОН-17 (июнь 2011г.). Все приборы рекомендованы к внедрению на сети дорог ОАО «РЖД» и будут способствовать переходу на новые технологии дефектоскопии рельсов.

Каждый наш новый прибор, как правило, базируется на не менее, чем двух-трех изобретениях, патентообладателем которых является ОАО «Радиоавионика» и ОАО «РЖД». Только за последние годы по тематике НТК СНК получены более 20 патентов на изобретения.



Патенты на изобретения ОАО «Радиоавионика» - основа новых приборов и технологий для железнодорожного транспорта



Результаты наших научных работ в области НК регулярно публикуются в авторитетных журналах «Дефектоскопия» (Российская академия наук), «Путь и путевое хозяйство» (отраслевой журнал ОАО «РЖД»), «В мире неразрушающего контроля», а также докладываются на Всероссийских и международных конференциях по НК и путевому хозяйству. Наши технические предложения неоднократно обсуждались и на научно-технических советах ОАО «РЖД». Самые новые технологии, методики, технические решения, разработанные нашей организацией, становятся доступными для всех, кто работает для железных дорог России.

Все вновь разработанные средства НК периодически демонстрируются на международных и отраслевых выставках, основными из которых являются ежегодная Международная выставка – ярмарка «Путевая техника и инфраструктура» (г. Калуга) и «Международный железнодорожный салон EXPO 1520» (ст. Щербинка, Экспериментальное кольцо ВНИИЖТа) и др.



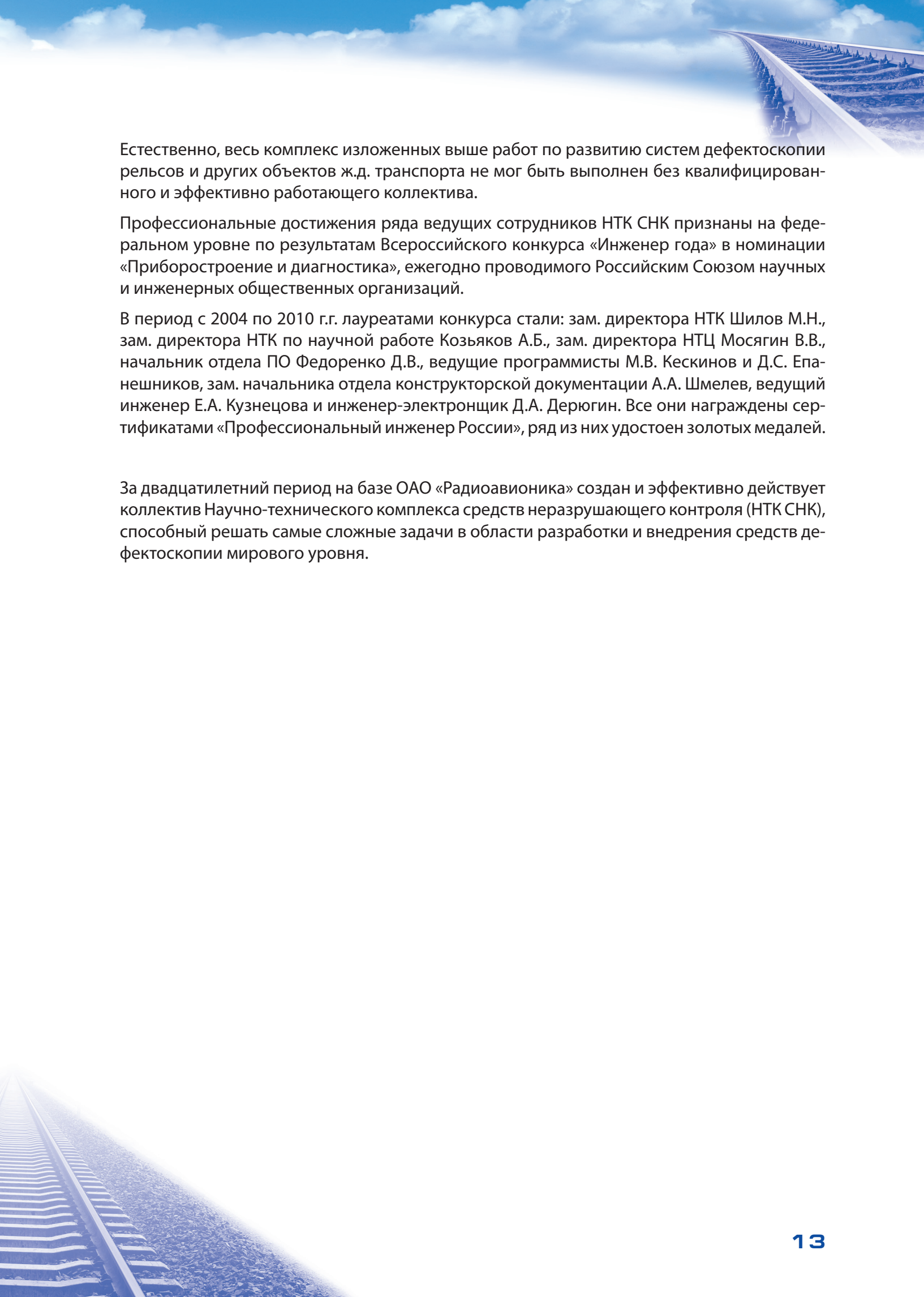
Президент ОАО «РЖД» В.И. Якунин и вице-президент В.Б. Воробьев на стенде средств дефектоскопии ОАО «Радиоавионика» (выставка «Путевые машины», г. Калуга)

Наши приборы неоднократно награждались дипломами разных степеней.



Дипломы Международных выставок «Дефектоскопия», «Путевые машины», «Дефектоскопия – Аэрокосмос» за разработки ОАО «Радиоавионика» в области неразрушающего контроля ответственных объектов ж.д. транспорта





Естественно, весь комплекс изложенных выше работ по развитию систем дефектоскопии рельсов и других объектов ж.д. транспорта не мог быть выполнен без квалифицированного и эффективно работающего коллектива.

Профессиональные достижения ряда ведущих сотрудников НТК СНК признаны на федеральном уровне по результатам Всероссийского конкурса «Инженер года» в номинации «Приборостроение и диагностика», ежегодно проводимого Российским Союзом научных и инженерных общественных организаций.

В период с 2004 по 2010 г.г. лауреатами конкурса стали: зам. директора НТК Шилов М.Н., зам. директора НТК по научной работе Козьяков А.Б., зам. директора НТЦ Мосягин В.В., начальник отдела ПО Федоренко Д.В., ведущие программисты М.В. Кескинов и Д.С. Епанешников, зам. начальника отдела конструкторской документации А.А. Шмелев, ведущий инженер Е.А. Кузнецова и инженер-электронщик Д.А. Дерюгин. Все они награждены сертификатами «Профессиональный инженер России», ряд из них удостоен золотых медалей.

За двадцатилетний период на базе ОАО «Радиоавионика» создан и эффективно действует коллектив Научно-технического комплекса средств неразрушающего контроля (НТК СНК), способный решать самые сложные задачи в области разработки и внедрения средств дефектоскопии мирового уровня.

ПРОДУКЦИЯ

Совмещенный вагон-дефектоскоп с комплексом АВИКОН-ОЗМ

Весьма масштабной и важной разработкой ОАО «Радиоавионика», осуществленной за 20 лет, несомненно, является создание совмещенного вагона-дефектоскопа с дефектоскопическим комплексом «**АВИКОН-ОЗМ**».

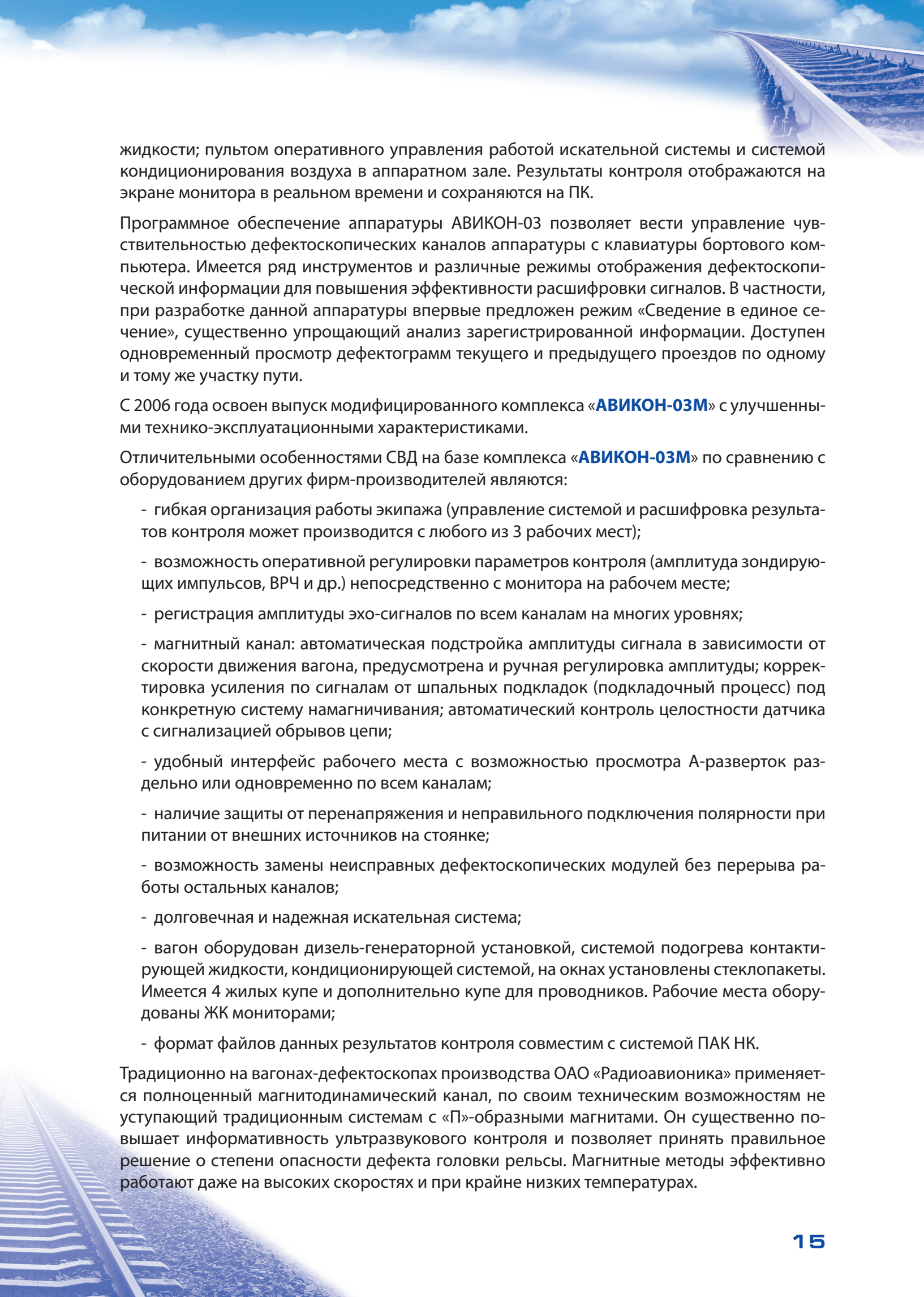
При разработке совмещенного вагона пришлось решать многие концептуальные вопросы: не будут ли мешать магнитные поля вводу и приему упругих колебаний ультразвуковой частоты, как будут влиять достаточно мощные зондирующие импульсы ультразвуковых каналов на приемный тракт магнитных каналов, как разместить столь разные по своему принципу действия магнитные и ультразвуковые датчики на поверхности катания контролируемого рельса, как защитить высокочувствительную аппаратуру и обслуживающий персонал от мощных магнитных полей, создаваемых системой намагничивания рельса.

В августе 1997 года на Октябрьскую железную дорогу был передан в опытную эксплуатацию первый в мире совмещенный вагон-дефектоскоп ПС 480. При первых же проездах было показано, что объединение двух методов, основанных на разных физических принципах, дает существенный эффект, превосходящий суммарную эффективность отдельно взятых магнитного и ультразвукового вагонов-дефектоскопов.



*Совмещенный вагон-дефектоскоп с аппаратурой **АВИКОН-ОЗМ**
на базе ультразвуковых и магнитных методов контроля рельсов*

Совмещенный вагон-дефектоскоп с дефектоскопическим комплексом **АВИКОН-ОЗ** позволяет контролировать рельсы в диапазоне скоростей движения от 5 до 60 км/ч и при температурах до минус 30°C (и до минус 40°C с магнитным каналом). За один проезд производится контроль участка протяженностью до 250 км. Каждая нить железнодорожного полотна прозвучивается 8-ю ультразвуковыми и 1-м магнитным датчиком. Для надежного обнаружения дефектов в головке рельса, в том числе и в «шумящих» рельсах, применяются преобразователи, работающие по схеме «РОМБ» (для одновременного прозвучивания рабочей и нерабочей граней головки), которые реализуют эхо- и зеркальный методы контроля. Для контроля шейки и подошвы рельса используются преобразователи (ПЭП) с двухлепестковой диаграммой направленности, повышающие надежность обнаружения радиальных трещин от стенок болтовых отверстий. Вагон-дефектоскоп оборудован оригинальной системой намагничивания с использованием колес дефектоскопной тележки в качестве полюсов электромагнитов; системой подогрева и подачи контактирующей



жидкости; пультом оперативного управления работой искательной системы и системой кондиционирования воздуха в аппаратном зале. Результаты контроля отображаются на экране монитора в реальном времени и сохраняются на ПК.

Программное обеспечение аппаратуры АВИКОН-03 позволяет вести управление чувствительностью дефектоскопических каналов аппаратуры с клавиатуры бортового компьютера. Имеется ряд инструментов и различные режимы отображения дефектоскопической информации для повышения эффективности расшифровки сигналов. В частности, при разработке данной аппаратуры впервые предложен режим «Сведение в единое сечение», существенно упрощающий анализ зарегистрированной информации. Доступен одновременный просмотр дефектограмм текущего и предыдущего проездов по одному и тому же участку пути.

С 2006 года освоен выпуск модифицированного комплекса «**АВИКОН-03М**» с улучшенными технико-эксплуатационными характеристиками.

Отличительными особенностями СВД на базе комплекса «**АВИКОН-03М**» по сравнению с оборудованием других фирм-производителей являются:

- гибкая организация работы экипажа (управление системой и расшифровка результатов контроля может производиться с любого из 3 рабочих мест);
- возможность оперативной регулировки параметров контроля (амплитуда зондирующих импульсов, ВРЧ и др.) непосредственно с монитора на рабочем месте;
- регистрация амплитуды эхо-сигналов по всем каналам на многих уровнях;
- магнитный канал: автоматическая подстройка амплитуды сигнала в зависимости от скорости движения вагона, предусмотрена и ручная регулировка амплитуды; корректировка усиления по сигналам от шпальных подкладок (подкладочный процесс) под конкретную систему намагничивания; автоматический контроль целостности датчика с сигнализацией обрывов цепи;
- удобный интерфейс рабочего места с возможностью просмотра А-разверток раздельно или одновременно по всем каналам;
- наличие защиты от перенапряжения и неправильного подключения полярности при питании от внешних источников на стоянке;
- возможность замены неисправных дефектоскопических модулей без перерыва работы остальных каналов;
- долговечная и надежная искательная система;
- вагон оборудован дизель-генераторной установкой, системой подогрева контактирующей жидкости, кондиционирующей системой, на окнах установлены стеклопакеты. Имеется 4 жилых купе и дополнительно купе для проводников. Рабочие места оборудованы ЖК мониторами;
- формат файлов данных результатов контроля совместим с системой ПАК НК.

Традиционно на вагонах-дефектоскопах производства ОАО «Радиоавионика» применяется полноценный магнитодинамический канал, по своим техническим возможностям не уступающий традиционным системам с «П»-образными магнитами. Он существенно повышает информативность ультразвукового контроля и позволяет принять правильное решение о степени опасности дефекта головки рельсы. Магнитные методы эффективно работают даже на высоких скоростях и при крайне низких температурах.



Аппаратура дефектоскопического комплекса АВИКОН-03М.

Применение промышленных компьютеров в качестве дефектоскопических блоков и серверов дополнительного оборудования увеличивает надежность аппаратуры

При анализе дефектограмм, полученных ультразвуковыми и магнитными каналами, у оператора возникает множество вопросов, которые могут быть уточнены при натурном осмотре дефектного участка. В то же время участие операторов в выездных натурных осмотрах существенно снижает суммарную производительность вагона-дефектоскопа. Поэтому впервые на нашем вагоне внедрена двухканальная система видеорегистрации рельсов, синхронизированная с данными дефектоскопических каналов. Две цветные видеокамеры размещены таким образом, что позволяют получить изображение обоих рельсов со стороны рабочей грани.

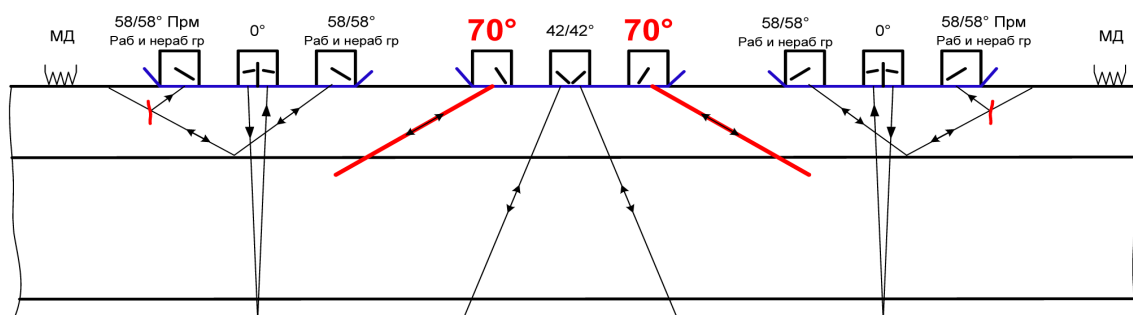
Система видеорегистрации была введена, в первую очередь, с целью дальнейшего повышения эффективности дефектоскопии рельсов за счет дополнения ультразвуковых и магнитного методов контроля рельсов **третьим методом – визуальным**. При этом оператор, анализируя дефектограмму, может мгновенно открыть видеоинформацию о состоянии поверхности катания головки рельса.

Жесткая привязка видеокадров к сигналам ультразвуковых и магнитных каналов способствует более объективному принятию решения о качестве контролируемых сечений рельсов непосредственно в момент расшифровки и заметно уменьшает количество требуемых выездов на натурные осмотры.

В комплексе АВИКОН-03М приняты меры и по улучшению акустического контакта ультразвуковых преобразователей с поверхностью катания рельсов. Для этого организован контроль качества акустического контакта под каждым преобразователем и визуальная индикация их состояния на мониторе. Подача контактирующей жидкости под акустические блоки осуществляется в два этапа: поверхность катания рельса предварительно смачивается с помощью системы распыления, а затем контактирующая жидкость поступает под каждый блок.

В настоящее время на сети железных дорог ОАО «РЖД» успешно эксплуатируются 12 совмещенных вагонов-дефектоскопов (СВД) с дефектоскопическим комплексом АВИКОН-03М. Аналогичные средства контролируют рельсовые пути ряда стран центральной Европы (Австрия, Венгрия, Словения, Хорватия), а также Казахстана.

В 2009 - 2011 г.г. выполнены работы по модернизации и расширению функциональных возможностей вагона-дефектоскопа с комплексом АВИКОН-03М. В новом комплексе расширена (до 12-ти каналов) схема прозвучивания рельсов и дополнена двумя преобразователями $\alpha = 70^\circ$ («наезжающим» и «отъезжающим»). Они эффективно выявляют дефекты по эхо-методу в центральной части головки рельса.



Расширенная схема прозвучивания комплекса АВИКОН-03М

Уникальной особенностью дефектоскопов типа «АВИКОН» является полноценный контроль головки рельсов за счет применения схемы «РОМБ» и «Зеркальной» схемы. Такой комплекс позволяет отдельно фиксировать дефекты в рабочей и нерабочей гранях, а также в центральной части головки эхо- и зеркальными методами ультразвукового контроля. Для повышения помехозащищенности схемы «РОМБ», она выполнена с отдельным подключением.

Еще одной отличительной особенностью схемы прозвучивания вагона-дефектоскопа АВИКОН-03М является наличие двух прямых преобразователей (РС ПЭП), размещенных в крайних блоках. Такое расположение не случайно – оно позволяет контролировать наличие акустического контакта под искательной лыжей по всей ее длине. Дублирование прямых каналов повышает надежность обнаружения дефектов и снижает количество не проконтролированных участков.

Оригинальная функция программного обеспечения комплекса АВИКОН-03М – отображение огибающих амплитуд донных сигналов по двум прямым ПЭП для обеих ниток пути. Она позволяет оценить не только факт наличия, но и качество акустического контакта.

Обновлена конструкция искательной системы, направленная на более корректное отслеживание возможных неровностей на поверхности катания рельсов. Следуя современным тенденциям, разработана магнитная следящая система. Это позволяет добиться высокого качества акустического контакта при значительных скоростях движения (до 65 км/ч).

Подъем и опускание дефектоскопической тележки вагона (вес которой составляет более 3 т) осуществляется без «активного участия» членов экипажа с помощью электропривода.



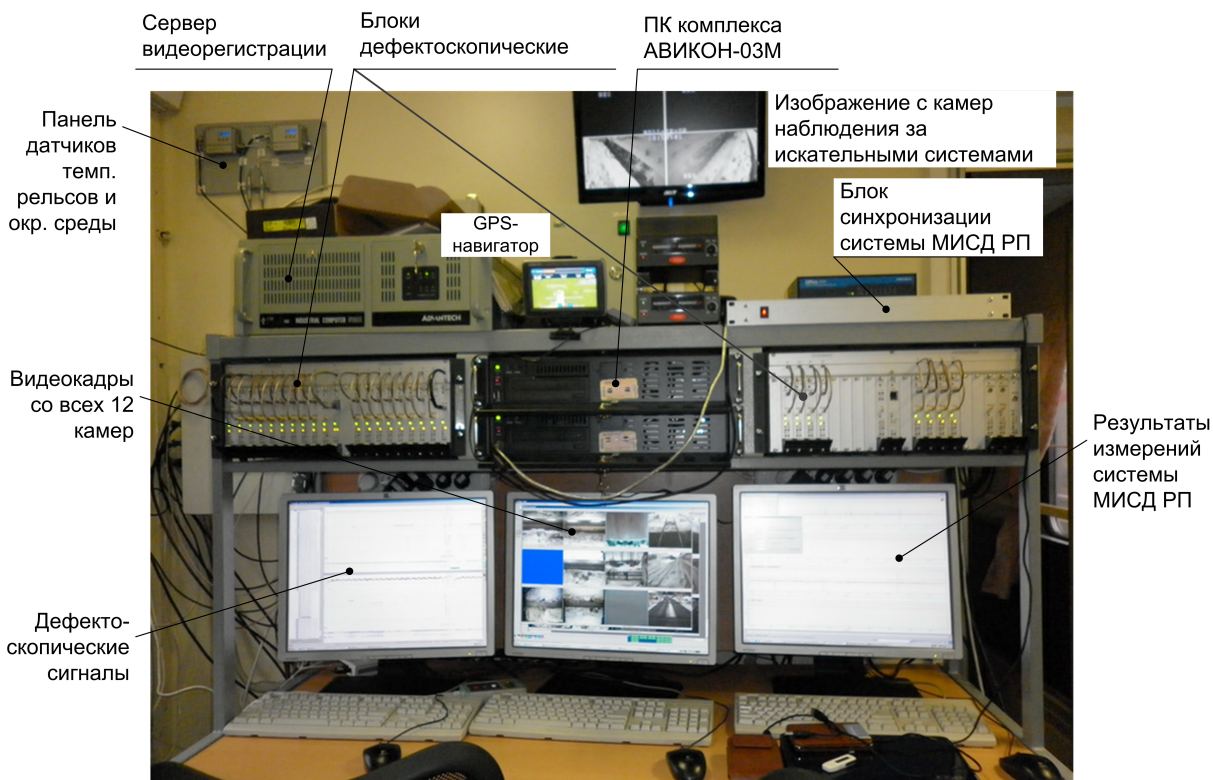
*Обновленная конструкция дефектоскопической лыжи
с магнитной следящей системой*




*Блок управления электроприводом
дефектоскопической тележки*

Обновлены все внутривагонные помещения, в частности, в операторской появилось четвертое рабочее место.

Установлено дополнительное оборудование: датчики температуры рельсов и окружающего воздуха, информационное табло для контроля за расходом и температурой контактирующей жидкости, GPS оборудование и др.



Диагностическое оборудование комплекса АВИКОН-03М



Опытная эксплуатация видеосистемы на всех вагонах-дефектоскопах показала ее эффективность и необходимость дальнейшего совершенствования.

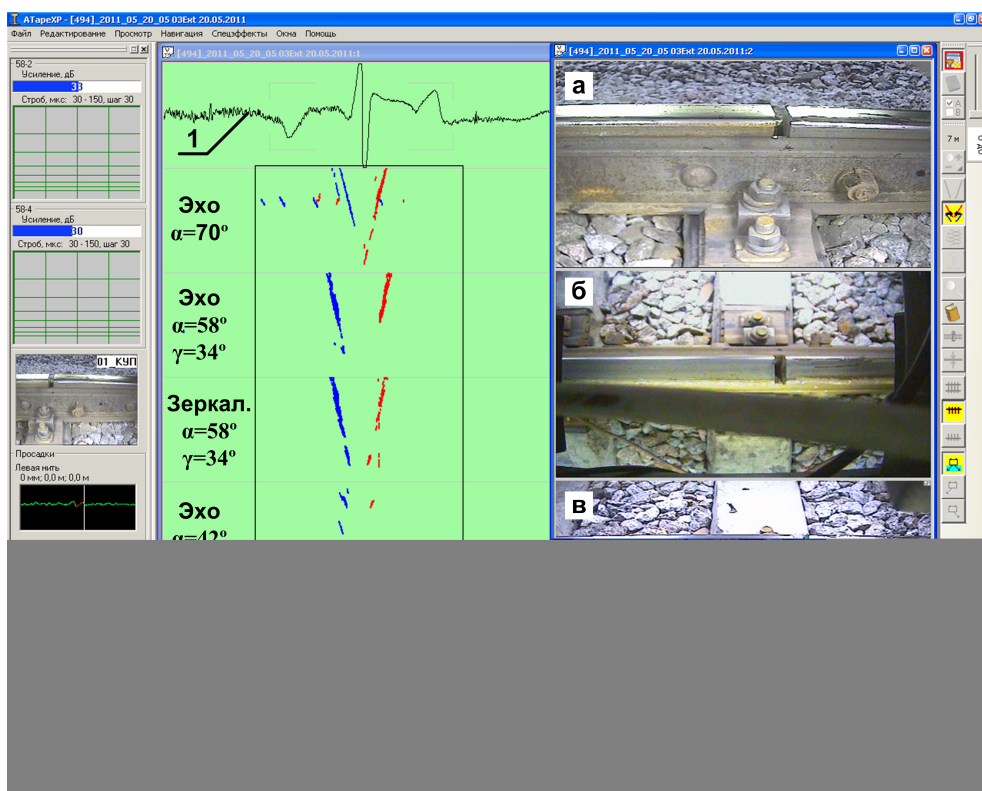
Новая видеосистема содержит **12 цветных камер** (шесть камер для получения изображения рельсов и 6 обзорных камер), позволяющих получать изображение объектов контроля во всем диапазоне рабочих температур и скоростей движения. Причем видеoinформация от всех камер синхронизирована с учетом размещения камер в разных частях вагона.

Усовершенствование видеосистемы было направлено, в первую очередь, на получение качественного изображения рельсов с разных ракурсов. Обновленная видеосистема содержит три камеры на каждый рельс (на видеосистеме предыдущего поколения была только одна). Рельсовая нить фиксируется с трех ракурсов: сверху со стороны поверхности катания, а также сбоку с внутренней и наружной сторон колеи. Указанные камеры одновременно фиксируют и изображение рельсовых скреплений, шпал и других элементов верхнего строения рельсового пути.



Три камеры фиксируют изображение рельса с разных ракурсов

Главное достоинство видеосистемы вагона-дефектоскопа АВИКОН-03М, отличающее ее от аналогов, – это жесткая синхронизация по координате видеoinформации с сигналами ультразвуковых и магнитных датчиков.



В дополнение к магнитному (1) и ультразвуковому (2) методам на вагоне-дефектоскопе АВИКОН-03М реализован третий метод НК – визуальный (3)

Такое полное представление информации позволяет не только выявить наличие дефектов рельсов, но и оценить состояние поверхности катания рельсов, измерить величину стыкового зазора, зафиксировать наличие возможной «ступеньки» в стыке, оценить состояние рельсовых скреплений, шпал, щебенки в межпальном ящике и др.

Наличие видеосистемы в комплексе АВИКОН-03М открывает уникальные возможности по выявлению различных **неисправностей пути** и элементов инфраструктуры.



Примеры выявленных по видеокадрам неисправностей рельсовых скреплений

Для обеспечения высокого качества изображения рельсов в любых погодных условиях и при различном уровне естественного освещения (зима/ лето, тень/солнце) специально разработана импульсная подсветка (внешние фары) и система светозащитных шторок. Управление углами обзора камер, направления съёмки и регулировка яркости дополни-

тельной подсветки видеокамер осуществляется с борта подвижной единицы с помощью пульта управления и программного обеспечения.

Дополнительно, на вагоне-дефектоскопе установлено шесть обзорных камер, которые обеспечивают четкую запись элементов пути и объектов инфраструктуры (рельсовые скрепления, шпалы, болтовые стыки, стрелочные переводы, переезды, платформы, мосты, дроссельные трансформаторы, шкафы СЦБ, опоры контактной сети и их элементы, км и пикетные столбы и др.). Эти объекты позволяют значительно упростить и повысить точность привязки дефектного сечения к местности.

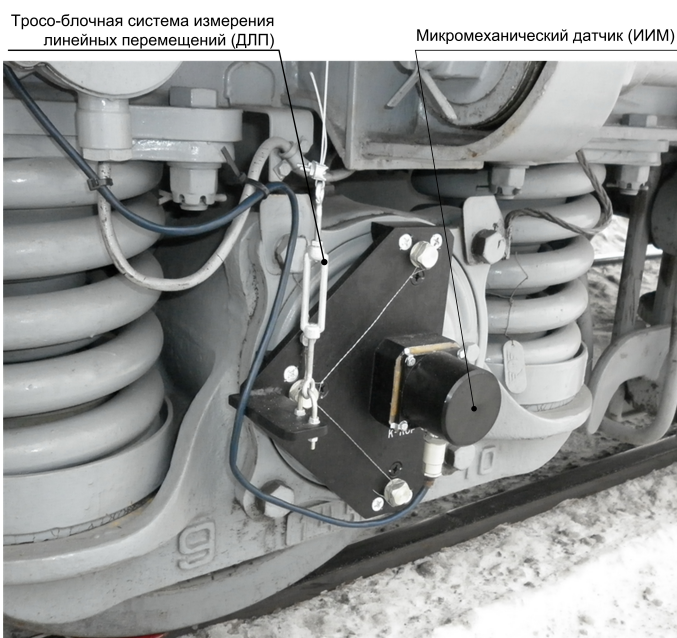


Камеры регистрации объектов путевой инфраструктуры и пульт управления камерой

Известно, что непосредственное влияние на зарождение и ускоренное развитие внутренних дефектов рельсов оказывают нарушения геометрии рельсового пути и наличие неровностей на поверхности катания рельсов.

В связи с этим, диагностический комплекс вагона-дефектоскопа АВИКОН-03М имеет в своем составе **систему измерения отдельных геометрических и динамических параметров** – Мобильную инерциальную систему диагностики рельсового пути (МИСД РП).

Для регистрации коротких вертикальных неровностей рельсовых ниток (коротких просядок длиной от 0,6 м) и неровностей поверхности катания рельсов на буксовых узлах колес ходовой тележки вагона-дефектоскопа смонтированы четыре микромеханических инерциальных измерительных модуля (акселерометра).



Микромеханический датчик на буксе ходовой тележки и система измерения линейных перемещений

В результате математической обработки сигналов микромеханических датчиков программное обеспечение системы МИСД РП автоматически формирует список всех выявленных локальных участков с повышенным динамическим воздействием на рельсы. Параметры выявленных неровностей и их координаты определяются в программе автоматически.

Естественно, результаты измерения вертикальных неровностей рельсового пути полностью синхронизированы с дефектоскопическими сигналами и видеоинформацией и могут быть проанализированы для комплексной оценки состояния контролируемого сечения.

В состав системы входит также блок инерциальной навигационной системы (волоконно-оптический инерциальный измерительный модуль) БИНС. Он позволяет производить измерения таких геометрических параметров рельсового пути как кривизна пути в плане, короткие перекосы на базе ходовой тележки, длинные неровности в продольном профиле и в плане, продольный уклон и др.

Выявление участков пути с повышенными динамическими нагрузками (по причине отступления от норм геометрических параметров) позволит сформировать дополнительные критерии при оценке опасности обнаруженных методами дефектоскопии дефектных сечений рельсов, т.к. потенциально опасные дефекты на таких участках развиваются более интенсивно. Также появляется возможность локализовать участки с неисправностями пути, на которых в будущем возможно зарождение внутренних дефектов рельсов.

Таким образом, в дополнение к ранее используемым ультразвуковым и магнитным методам неразрушающего контроля (НК) на новом вагоне-дефектоскопе впервые полноценно реализованы еще два метода контроля рельсового пути: визуальный метод и инерциальный метод обнаружения коротких неровностей рельсового пути.



Структура сбора и анализа комплексной диагностической информации вагоном-дефектоскопом с расширенными функциональными возможностями

Наиболее сложной задачей, успешно решенной разработчиками данных систем и их программного обеспечения, является корректная жесткая синхронизация всей получаемой вагоном-дефектоскопом диагностической информации по координате рельсового пути.

Комплексный анализ получаемой вагоном-дефектоскопом информации позволяет дополнительно повысить вероятность обнаружения дефектов в рельсах.

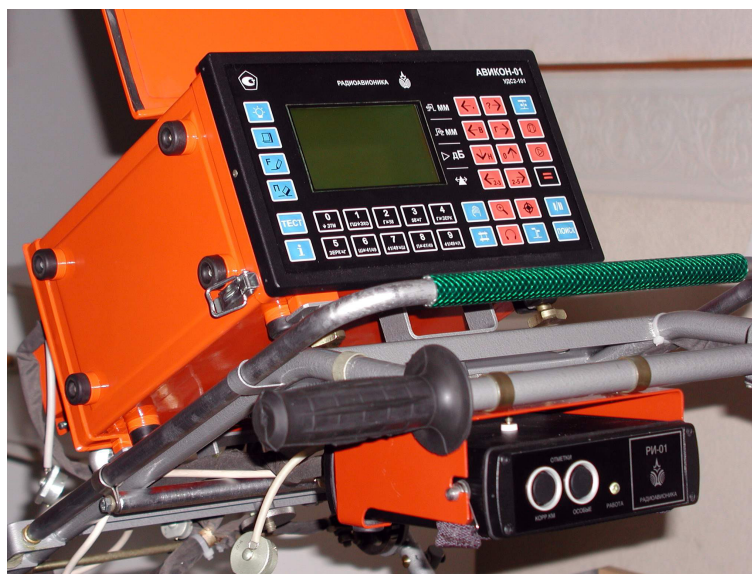
Съемные средства сплошного контроля рельсов

Дефектоскоп АВИКОН-01 МР

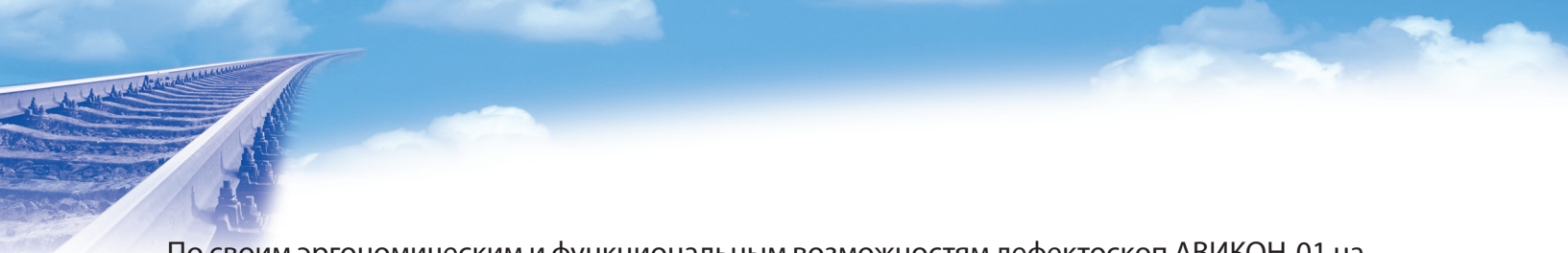
АВИКОН-01 – первый тип съемных дефектоскопов нового поколения, разработанных ОАО «Радиоавионика» в 1994-2003 г.г.

Основными преимуществами АВИКОН-01 перед аналогами является:

- применением трех методов контроля: эхо, зеркального и зеркально-теневого;
- усовершенствованной схемой прозвучивания головки рельса «РОМБ», благодаря которой одновременно контролируется рабочая и нерабочая грани, а также выявляются поперечные трещины под поверхностными расслоениями длиной до 100 мм;
- возможностью одновременного контроля рабочей и нерабочей граней головки рельса;
- гарантией обнаружения дефектов, не выявляемых ранее эксплуатируемыми дефектоскопами при сплошном контроле рельсов;
- жидкокристаллическим экраном с индикацией трех видов информации: типовой развертки, мнемонической схемы прозвучивания и цифровых параметров дефекта;
- системой сплошной регистрации сигналов контроля – регистратором РИ-01;
- возможностью отображения развертки типа В непосредственно на экране прибора;
- регистрацией времени работы дефектоскопа с интервалом 10 минут (для контроля).



Дефектоскоп АВИКОН-01 с регистратором РИ-01



По своим эргономическим и функциональным возможностям дефектоскоп АВИКОН-01 на тот период времени превзошел все известные двухниточные дефектоскопы для контроля рельсов, в том числе наиболее совершенный из них - американский дефектоскоп SYS-10 (фирма Pandrol Jacksons Technologies). В отличие от указанного прототипа, вместо 24-х экранов для изображения сигналов от всех каналов используется один, где на мнемоническом изображении рельса отображаются сигналы, наглядно показывающие расположение дефекта по длине и высоте рельса.

Съемные двухниточные дефектоскопы АВИКОН-01, оснащенные регистраторами сигналов сплошного контроля рельсов, придали дефектоскопной тележке функции, присущие мобильным средствам контроля – регистрация сигналов с каждого миллиметра пути. Но при этом, благодаря активному участию оператора в процессе контроля и более стабильному акустическому контакту, эффективность съемных дефектоскопов с регистраторами в два – четыре раза выше, чем эффективность мобильных средств дефектоскопии.

По данным ЦП ОАО «РЖД» дефектоскопы типа АВИКОН многие годы являлись лидерами среди своих аналогов по обнаружению опасных дефектов в рельсах. Они быстро завоевали признание на железных дорогах и стали образцом для всех производителей дефектоскопной техники.

Сегодня на сети железных дорог до сих пор эксплуатируются порядка 600 дефектоскопов АВИКОН-01, что свидетельствует о высокой надежности данных приборов.

Двухниточный дефектоскоп АВИКОН-11

Благодаря накопленному опыту и с учетом пожеланий операторов в 2005 г. был разработан дефектоскоп **АВИКОН-11**.

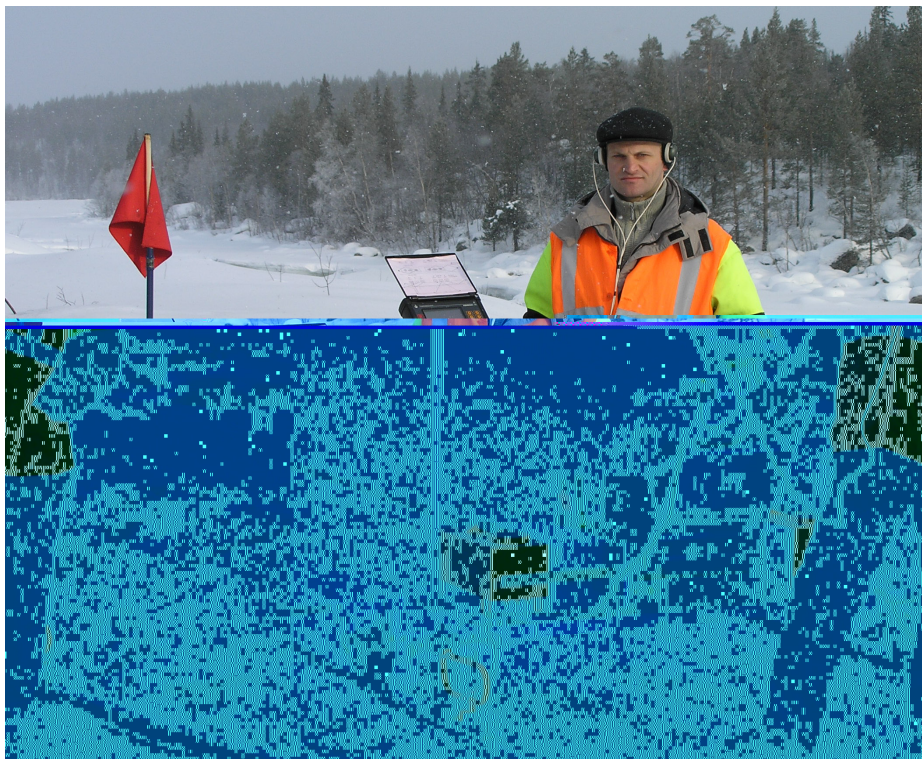
Первые результаты эксплуатации на отдельных дистанциях пути Октябрьской ж.д. показали быстроту освоения дефектоскопа операторами, удобство работы, высокую эффективность обнаружения дефектов рельсов.

По сравнению с предыдущим дефектоскопом, АВИКОН-11 обладает следующими преимуществами:

- уменьшенные габариты и масса дефектоскопной тележки и электронных узлов (42 кг без контактирующей жидкости);
- одновременный контроль рабочей и нерабочей граней головки рельса эхо- и зеркальным методами контроля;
- представление информации на экране дефектоскопа в виде В-развертки в реальном времени. При контроле рельсов оператор может постоянно наблюдать на экране дефектоскопа эхо-сигналы в виде В-развертки как по всем каналам, так и по любому из них;
- возможность вторичного просмотра и расшифровки сигналов контроля непосредственно по экрану дефектоскопа;
- регистрация амплитуд эхо-сигналов на нескольких уровнях от минус 6 до плюс 18 дБ относительно порога звуковой индикации;
- за счет полуавтоматической настройки дефектоскопических каналов уменьшается время (до двух раз) подготовки прибора к работе;



- регистрация сигналов контроля и сопутствующей дефектоскопической информации на съемную флэш-карту;
- повышенная надежность контроля концевых участков рельсов, болтовых стыков и стрелочных переводов за счет специального режима контроля.

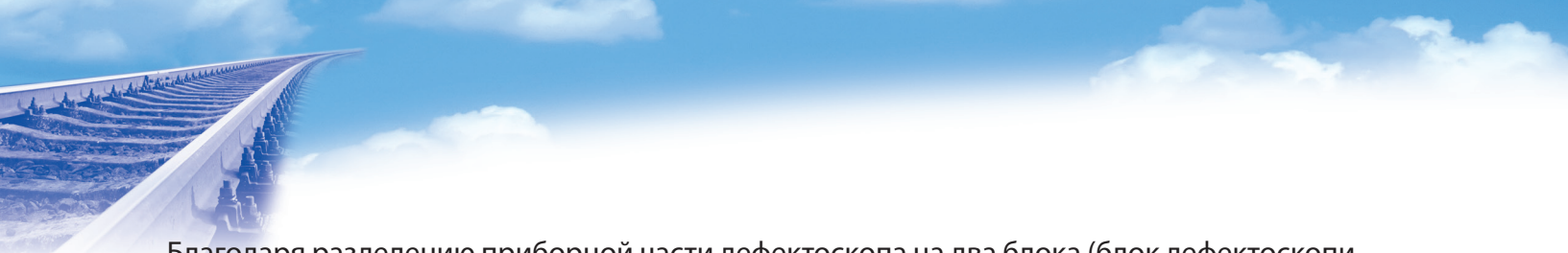


Дефектоскоп АВИКОН-11 - первый дефектоскоп, позволяющий отображать сигналы на В-развертке в реальном времени

Усовершенствованная искательная система дефектоскопа может быть установлена как сзади колес тележки, обеспечивая тем самым удобный доступ оператора к ним, так и между колес, что повышает эффективность контроля за счет улучшения их центровки в кривых участках пути. При сложных условиях контроля предусмотрено несколько способов регулировки положения искательной системы для ее надежной центровки.



Усовершенствованная искательная система с полуавтоматической центровкой (патент на изобретение № 2484372)



Благодаря разделению приборной части дефектоскопа на два блока (блок дефектоскопический и блок управления и индикации) обеспечена удобная работа оператора в пути и при транспортировке.

При разработке дефектоскопа особое внимание уделено наиболее полному озвучиванию сечения рельса и особенно его головки, как наиболее подверженной воздействию колес подвижного состава. Используемая схема прозвучивания «РОМБ» позволяет производить одновременный контроль рабочей и нерабочей граней головки рельса, а также ее верхней центральной части, в том числе под горизонтальными расслоениями длиной до 100 мм. Помимо схемы «РОМБ», хорошо себя зарекомендовавшей на сети железных дорог, в дефектоскопе АВИКОН-11 впервые введена новая схема контроля «**РОМБ+**», которая в дополнение к вышесказанному, позволяет обнаруживать сильно развитые дефекты с зеркальной поверхностью в обеих гранях головки рельса по зеркальному методу.

Для повышения надежности обнаружения поперечных трещин в центральной и нижней части головки рельсов, развивающихся преимущественно под небольшим наклоном, на двухпутных участках пути в схему прозвучивания дефектоскопа введен пьезоэлектрический преобразователь (ПЭП) с углом ввода ультразвуковых колебаний $\alpha = 70^\circ$.

Для контроля шейки и ее продолжения в головку и подошву использованы ПЭП $\alpha = 42^\circ$ с расширенной диаграммой направленности. Для надежного обнаружения опасных дефектов подошвы предусмотрено временное разделение каналов, позволяющее установить разную чувствительность в зонах шейки рельса и подошвы.

В целях уменьшения «мертвой» зоны при озвучивании сечения рельса прямым преобразователем ($\alpha = 0^\circ$) и поиска горизонтальных трещин, залегающих на небольшой глубине, конструкция ПЭП выбрана раздельно-совмещенной, причем излучающая пьезопластина расположена на специальной акустической задержке.

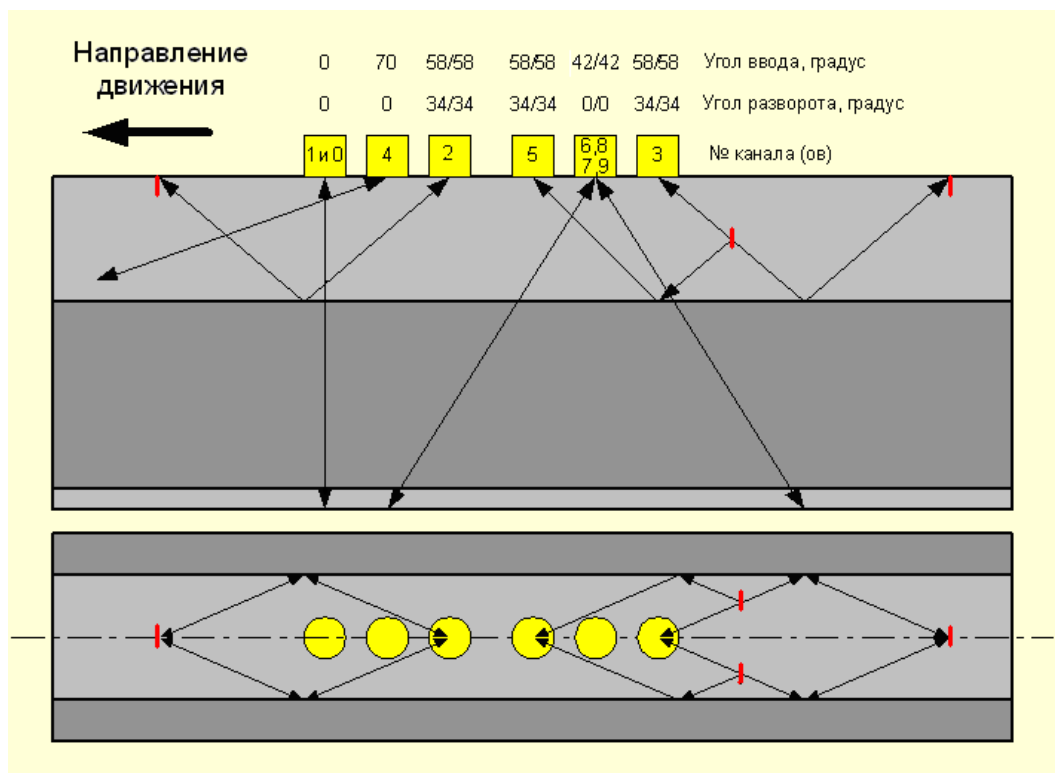
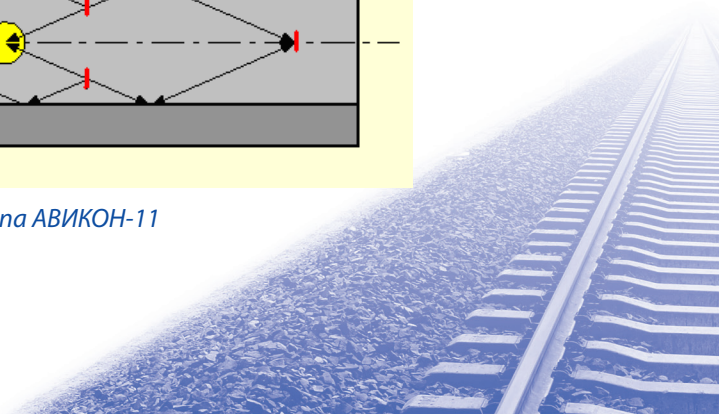


Схема прозвучивания дефектоскопа АВИКОН-11



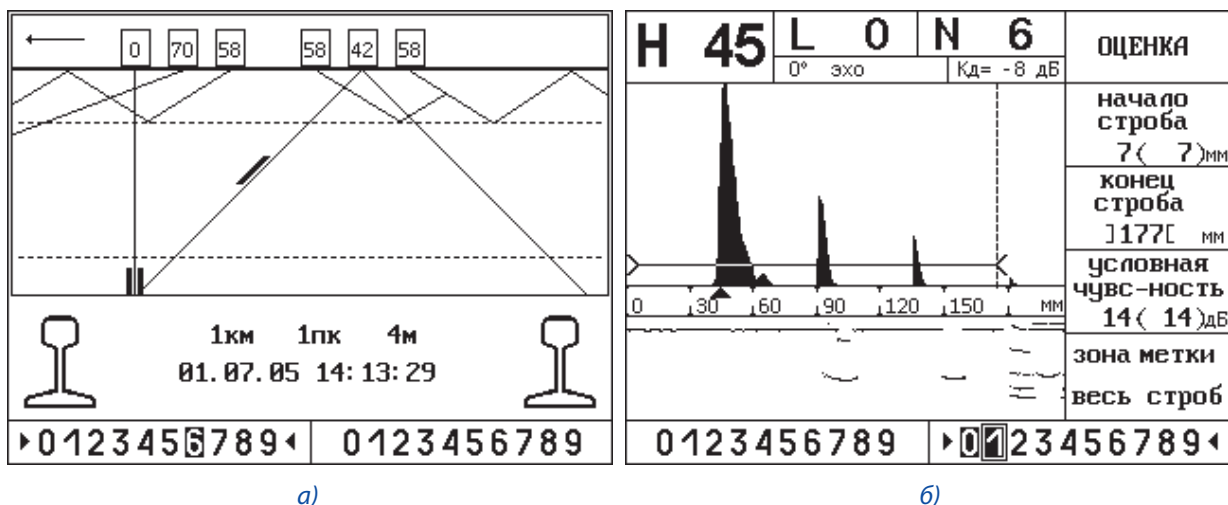
Главным отличием АВИКОН-11 является возможность наблюдать сигналы контроля в виде В-развертки в реальном времени непосредственно в пути. Таким образом, оператор может постоянно наблюдать за сигналами, поступающим на дефектоскоп, контролируя его работу и качество акустического контакта, а также получать более полное представление об отражателях в контролируемом сечении рельса. Уже сегодня операторы предпочитают использовать именно данный режим в качестве основного.



Отображение на экране дефектоскопа сигналов по всем каналам контроля в виде В-развертки

Присутствует и традиционный режим представления сигналов при сплошном контроле рельсов, когда на экране представлено мнемоническое изображение схемы прозвучивания сечения рельса.

Кроме отображения В-развертки обеих нитей одновременно предусмотрена возможность просмотра в более крупном масштабе сигналов только одной рельсовой нити, либо любого из каналов совместно с А разверткой.



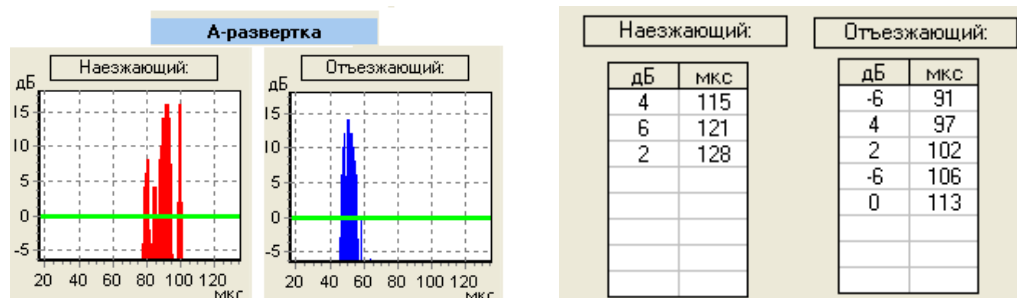
а)

б)

Режимы работы дефектоскопа АВИКОН-11:

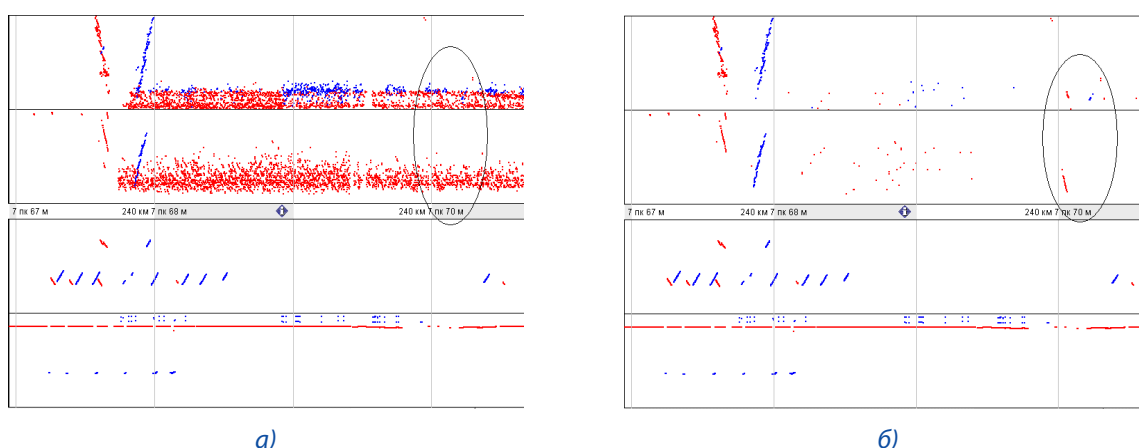
а) «ПОИСК-М» для сплошного контроля в пути; б) «Оценка» для определения точных значений координат отражателей (дефектов), корректировки параметров настройки по каналу (начало строба, конец строба, условная чувствительность и ВРЧ)

Благодаря регистрации амплитуд эхо-сигналов, программа отображения позволяет проанализировать сигналы на А-развертке и просмотреть временные и амплитудные параметры эхо-сигналов для каждой координаты пути.



Просмотр А-развертки и параметров эхо-сигналов для любой точки пути

Функция программной фильтрации дефектограмм позволяет фиксировать сигналы от опасных дефектов на фоне возможных шумов.



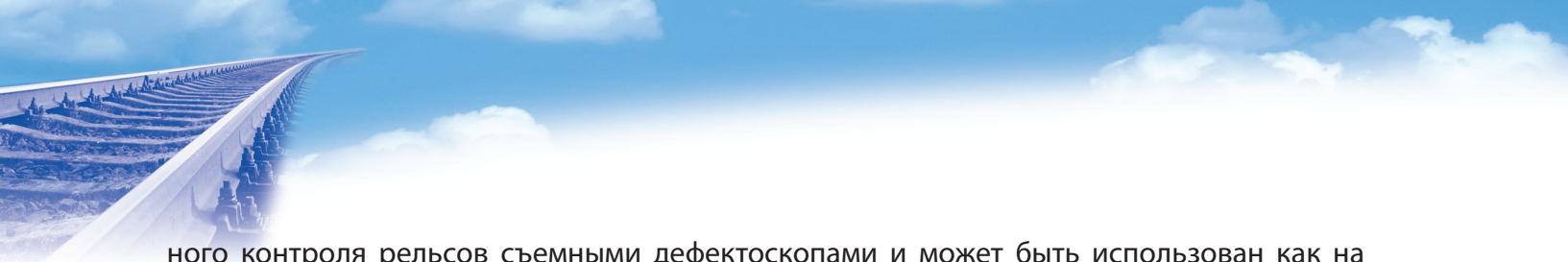
Поперечная трещина в рамном рельсе: а – сигналы от дефекта замаскированы шумами; б – результат программной фильтрации шумов (дефект четко выделяется)

Заложенные в АВИКОН-11 функциональные возможности защищены 7 патентами РФ на изобретения. Отличительные принципы его построения и мощная программа отображения результатов контроля способствуют обеспечению безопасности движения поездов по железным дорогам.

Тренажерный комплекс АВИКОН-11Т

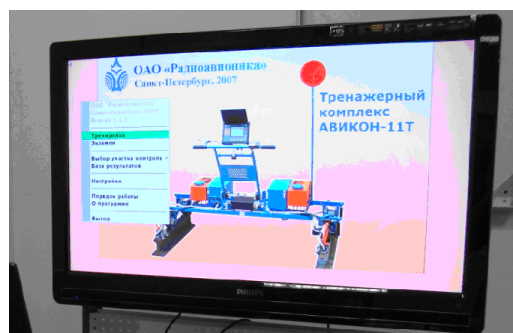
Современные компьютерные и микропроцессорные средства дефектоскопии получают на дорогах все более широкое применение, однако, ощущается острая нехватка квалифицированных специалистов по их эксплуатации. Данный фактор неизбежно приводит к снижению качества контроля рельсов. Одним из путей повышения надежности системы «дефектоскоп-оператор» является построение тренажерных комплексов для обучения, отработки навыков и проверки знаний персонала, обслуживающего сложную технику.

Для решения данной задачи специалисты ОАО «Радиоавионика» разработали **тренажерный комплекс АВИКОН-11Т**. Комплекс предназначен для обучения технологии сплош-



ного контроля рельсов съемными дефектоскопами и может быть использован как на ранних этапах обучения, так и для повышения квалификации и поддержания навыков технической грамотности операторов дефектоскопных ультразвуковых тележек.

АВИКОН-11Т позволяет имитировать работу оператора в пути по обнаружению и оценке параметров дефектов. Результаты виртуального прохода обучаемого по рельсовому пути можно проанализировать повторно на компьютере (также как и в реальных условиях) путем анализа зарегистрированных в процессе контроля рельсов дефектограмм.



Тренажерный комплекс АВИКОН-11Т

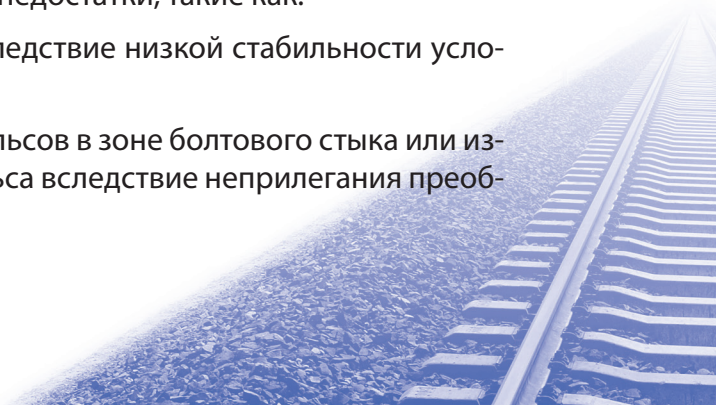
В процессе работы обучаемому предлагается на выбор несколько встроенных участков пути. В качестве сигналов от конструктивных отражателей, шумов, помех и дефектов выступают отрезки дефектограмм с реальными записями рельсового пути. Процесс работы оператора на тренажере практически ничем не отличается от реальной работы в пути.

Тренажерный комплекс прошел опытную эксплуатацию в Дорожной лаборатории дефектоскопии Октябрьской ж. д. и в настоящее время эксплуатируется в Санкт-Петербургском Государственном Университете Путей сообщения (ПГУПС) и других учебных заведениях железнодорожной отрасли.

Двухниточный дефектоскоп АВИКОН-14 на базе колесных ультразвуковых преобразователей

Все эксплуатируемые на сети железных дорог средства ультразвуковой дефектоскопии рельсов основаны на контактном способе ввода упругих колебаний с помощью систем скольжения. Такие системы имеют несложную конструкцию, просты в эксплуатации и весьма надежны, однако они имеют и существенные недостатки, такие как:

- значительная флуктуация амплитуд сигналов вследствие низкой стабильности условий ввода у.з. колебаний;
- некачественный контроль концевых участков рельсов в зоне болтового стыка или из-за неровностей поверхности катания головки рельса вследствие неприлегания преобразователей;



- ухудшение акустического контакта из-за неравномерности подачи контактирующей жидкости;
- подверженность рабочей поверхности преобразователей механическому износу и, как следствие, изменение параметров контроля (условной чувствительности, искажение диаграммы направленности, изменение шумовой характеристики преобразователя и др.);
- большой расход контактирующей жидкости.

Как показывают наши исследования, до 30-45% болтовых стыков оказываются не полностью проконтролированными из-за неудовлетворительного качества контроля концевых участков рельсов системами скольжения.

Для устранения указанных недостатков и с учетом зарубежного опыта в ОАО «Радиоавионика» разработан первый в России двухниточный ультразвуковой дефектоскоп **АВИКОН-14**, реализующий альтернативный ввод и прием у.з. колебаний с помощью искательных систем качения.



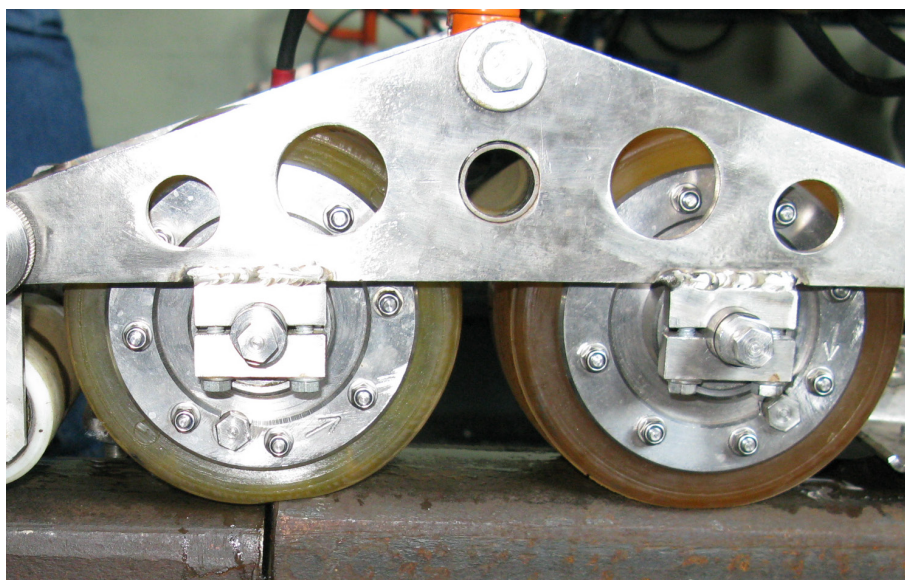
Применение дефектоскопа АВИКОН-14 с колесными системами наиболее эффективно для контроля звеньевого пути

В ультразвуковом колесе преобразователи смонтированы неподвижно на оси колеса, иммерсионная жидкость выполняет роль акустической призмы, а упругая оболочка колеса вращается относительно оси колеса. Ультразвуковые колебания, проходя через иммерсионную жидкость и через полиуретановую оболочку, под разными углами вводятся в металл рельса, согласно схеме прозвучивания.



В двух колесных преобразователях дефектоскопа АВИКОН-14 реализована 11-канальная схема прозвучивания сечения рельса, превосходящая схему прозвучивания АВИКОН-11

Благодаря своей эластичности, оболочка плотно прилегает к поверхности катания рельсов даже при наличии «ступеньки» в болтовом стыке, при значительном износе или наличии поверхностных неровностей головки рельсов (смятия, выкрашивания, пробуксовки). Это позволяет обеспечивать стабильный акустический контакт между колесом и рельсом в широком диапазоне скоростей сканирования даже при контроле изношенных, корродированных или поврежденных поверхностей.

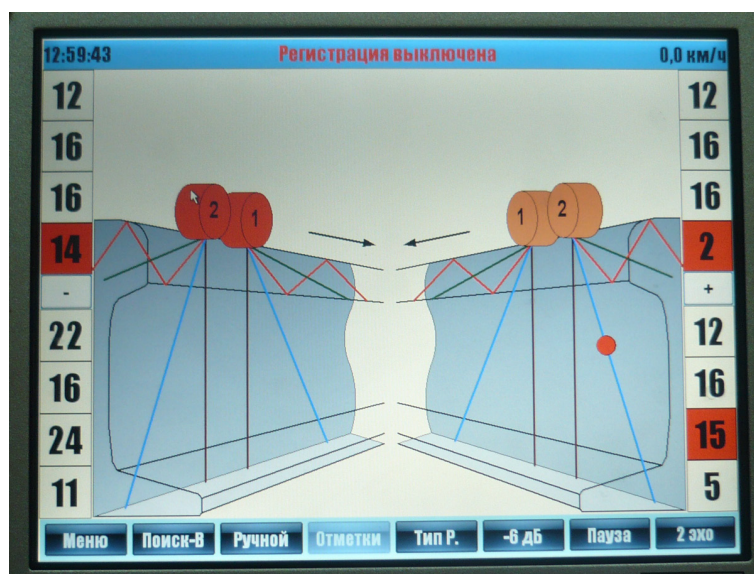


Надежный контроль концевых участков рельсов за счет плотного прилегания упругой оболочки колеса к поверхности катания рельсов



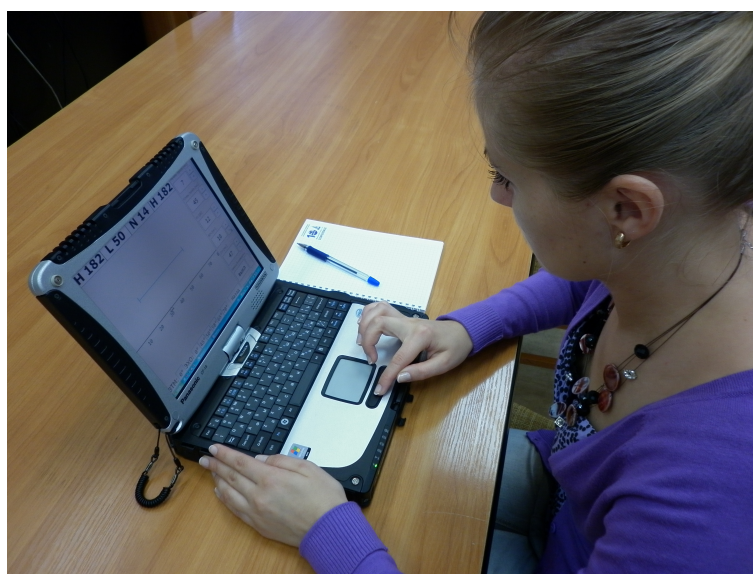
Применение колесных систем позволяет свести к минимуму протяженность не проконтролированных участков и снизить расход контактирующей жидкости на 30%.

В качестве блока управления и индикации в дефектоскопе АВИКОН-14 использован промышленный компьютер, который имеет большой яркий сенсорный экран, малые габариты и вес. Такой подход к построению радиоэлектронной части дефектоскопа позволяет реализовать практически любые функциональные задачи по обработке и отображению сигналов согласно требованию заказчика.



*Новое мнемоническое представление сигналов на экране АВИКОН-14
(дефект выделен красным пятном)*

Функциональными отличиями АВИКОН-14 являются отображение сигналов ультразвукового контроля на большом цветном экране дефектоскопа в виде развертки типа В в реальном времени на нескольких амплитудных уровнях (в том числе на уровне «минус 6 дБ»). Имеется возможность сравнительного анализа дефектограммы с результатами предыдущего прохода дефектоскопа.



Наличие программ для сплошного контроля и расшифровки дефектограмм на одном ПК позволяют оперативно оценить состояние рельсов на контролируемом участке

Новые функциональные возможности дефектоскопа АВИКОН-14 создают предпосылки для постепенного изменения технологии сплошного контроля рельсов. До настоящего времени оператор съемного дефектоскопа принимал решение о дефектности изделия в пути только по явным дефектам. Значительная часть дефектов (до 20%) выявляется в стационарных условиях (в участке дефектоскопии) в процессе анализа дефектограмм, собранных дефектоскопной тележкой или мобильным средством НК. Широкие возможности индикатора АВИКОН-14 позволяют анализировать дефектограммы на повышенной чувствительности и обоснованно принимать решение о наличии или отсутствии дефекта непосредственно в пути. При этом объем последующей расшифровки сигналов и вторичного контроля минимизируется.

Однониточный многоканальный дефектоскоп АВИКОН-12

Для контроля станционных путей, стрелочных переводов и отдельных участков рельсового пути ОАО «Радиоавионика» разработала однониточный многоканальный дефектоскоп **АВИКОН-12**.

Дефектоскоп позволяет произвести регистрацию сигналов по 10 дефектоскопическим каналам сплошного контроля, зафиксировать результаты ручного контроля отдельных сечений и получить соответствующий документ контроля. Оператор, выполняющий контроль, видит на экране дефектоскопа ту же дефектограмму, что и расшифровщик в стационарных условиях.



Однониточный многоканальный дефектоскоп АВИКОН-12

Применение однониточного дефектоскопа актуально, также, для натурного осмотра (вторичного контроля) мест, выданных на перепроверку после расшифровки результатов сплошного контроля.

Такие приборы широко используются на зарубежных железных дорогах. Возможно, что они найдут достойное применение и на железных дорогах России.

Дефектоскоп-штанга АВИКОН-15 с регистрацией сигналов

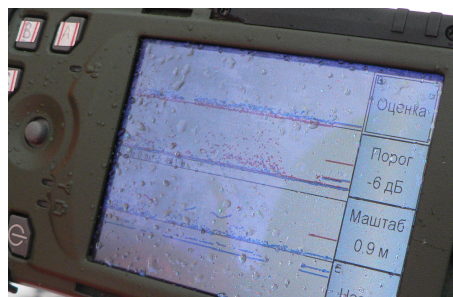
Актуальной проблемой неразрушающего контроля рельсов является обеспечение точной «привязки» сигналов на дефектограммах съемных и мобильных средств к реальному пути. Иногда по этой причине происходят пропуски опасных дефектов.

Для решения данной проблемы в ОАО «Радиоавионика» разработан дефектоскоп АВИКОН-15. Он предназначен не только для вторичного контроля отдельных сечений рельсов по показаниям средств сплошного контроля, но и может быть эффективно использован для проверки стрелочных переводов, станционных путей и рельсов по километровому запасу.

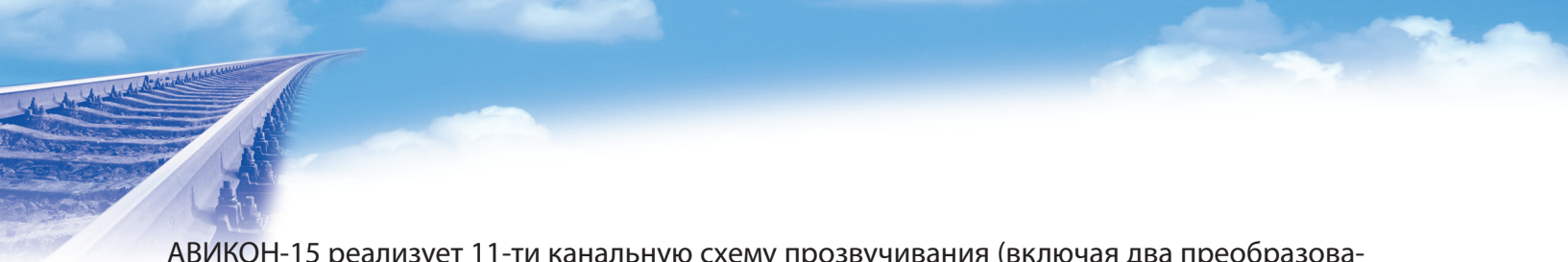
Данный дефектоскоп выполнен в виде штанги, на которой размещены его составные части:

- искательная система, включающая в себя два акустических блока;
- блок ультразвуковой многоканальный (возбуждение и прием высокочастотных колебаний);
- блок управления и индикации, выполненный на базе компактного промышленного компьютера;
- бачок с контактирующей жидкостью (емкостью 2 л).

Все элементы размещены на штанге таким образом, чтобы при сканировании в процессе контроля нагрузка на руку оператора была минимальной, но при этом обеспечивался необходимый прижим акустических блоков к рельсу.



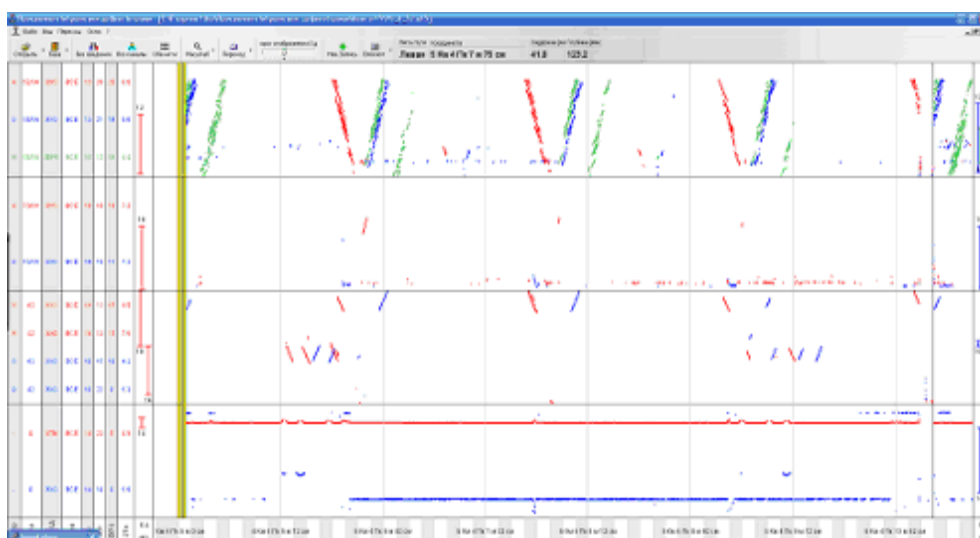
Дефектоскоп-штанга АВИКОН-15 оснащен блоком управления и индикации на базе компактного защищенного компьютера



АВИКОН-15 реализует 11-ти канальную схему прозвучивания (включая два преобразователя $\alpha = 70^\circ$), соответствующую по своим функциональным возможностям съемным дефектоскопам сплошного контроля (для сравнения, схемы прозвучивания дефектоскопов АВИКОН-01МР и АВИКОН-11 имеют по 10 каналов, а в РДМ-2 реализовано 6 каналов на каждую нить).

Отображение сигналов контроля в дефектоскопе производится как в виде традиционной звуковой индикации, так и в виде развертки типа В на цветном дисплее в реальном времени. Предусмотрено также отображение сигналов в виде развертки типа А по любому из выбранных каналов. В дефектоскопе реализована регистрация сигналов контроля и информации о режимах и параметрах сканирования для последующего анализа.

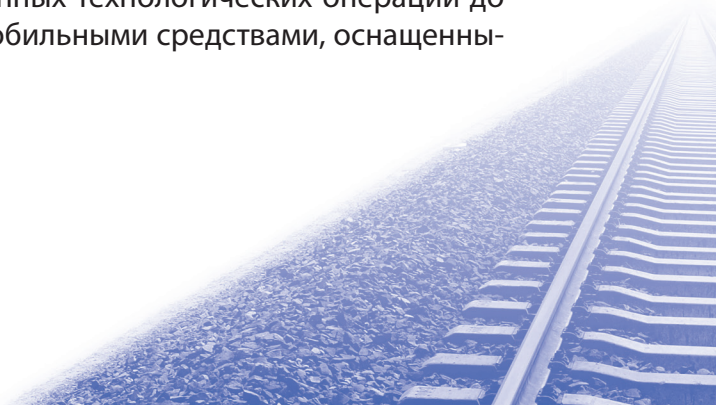
Одним из главных достоинств АВИКОН-15 является то, что при вторичном контроле данный дефектоскоп позволяет отображать сигналы в том же виде, что и при сплошном контроле. Идентичность формы представления сигналов сплошного и вторичного контроля делает возможным их сопоставление. Это особенно актуально при поиске требуемого участка рельса, подлежащего перепроверке в пути, что позволяет минимизировать вероятность пропуска опасного дефекта.



Дефектограмма однопутного дефектоскопа АВИКОН-15

При проведении вторичного контроля дефектоскопом АВИКОН-15 в ряде случаев имеется возможность принятия решения о дефектности того или иного сечения рельса без проведения ручного контроля. Запись сигналов в виде развертки типа В дает возможность формирования протокола вторичного контроля на каждый проверенный участок рельса с последующей передачей его в специальную базу данных.

Применение дефектоскопов АВИКОН-15 для вторичного контроля и дефектоскопии стрелочных переводов позволит поднять уровень указанных технологических операций до уровня сплошного контроля рельсов съемными и мобильными средствами, оснащенными системами регистрации.





*Возможности АВИКОН-15 позволяют принять решение
о наличии дефекта непосредственно в пути*

Целесообразно также использование однониточного дефектоскопа АВИКОН-15 при контроле станционных путей (в связи со сложностью контроля двухниточными дефектоскопами из-за занятости путей подвижными единицами).

Самоходная тележка на базе дефектоскопического комплекса АВИКОН-16

Самоходная дефектоскопическая тележка предназначена для регистрации сигналов контроля рельсов и обнаружения дефектов в обеих нитях железнодорожного пути при сплошном контроле со скоростью движения до 10 км/ч.

Применение такой тележки более эффективно на малодеятельных участках, где ежедневно можно контролировать участки пути протяженностью 50 км двумя операторами. При этом обеспечивается получение подробного документа контроля и принятие окончательного решения о дефектности контролируемых рельсов (непосредственно в пути).

Дефектоскопический комплекс является многоканальной (12 каналов на каждую нить) механизированной системой ультразвукового контроля с использованием эхо-, зеркального и зеркально-теневого методов при контактном способе ввода ультразвуковых колебаний. Возможно проведение выборочного контроля отдельных сечений рельсов ручными ультразвуковыми пьезоэлектрическими преобразователями (ПЭП). Фиксируются координаты обнаруженных дефектов и амплитуда сигналов от них. Непосредственно во время проезда дефектные места отмечаются краскопультом (по результатам автоматизированной обработки сигналов контроля).



Самоходная дефектоскопическая тележка позволяет контролировать до 50 км пути за смену

Отличительные особенности дефектоскопического комплекса:

- одновременный контроль рабочей и нерабочей граней головки рельса эхо- и зеркальным методами контроля;
- автоматическое определение стрелочных переводов и болтовых стыков, а также управление работой краскопультов;
- сплошная регистрация сигналов и параметров контроля по всем каналам с возможностью анализа на настольном компьютере;
- отображение сигналов контроля в виде В развертки в реальном времени;
- сенсорное управление;
- мультязычный программный интерфейс;
- диапазон рабочих температур от -20 до +50°C;
- патентованные схемы прозвучивания;
- транспортная скорость до 25 км/ч;
- возможность контроля до 50 км пути на одном заряде аккумуляторов.

Дефектоскоп комплектуется ручными преобразователями, образцом для настройки, запасными частями, программой отображения сигналов для настольного компьютера (ПК). По желанию заказчика тележка оборудуется тентом, устройством для установки на путь и съема с пути.

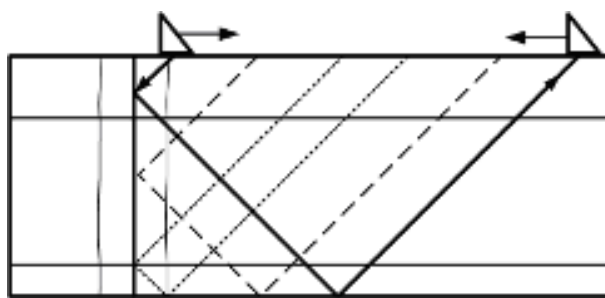
Контроль отдельных сечений и сварных стыков рельсов

Портативный дефектоскоп АВИКОН-02Р

Несмотря на свои небольшие габариты и вес (2 кг) в дефектоскопе **АВИКОН-02Р** реализованы следующие возможности:

- полуавтоматическая настройка чувствительности контроля;
- предварительный ввод и хранение в памяти дефектоскопа практически всех действующих методик контроля: сварных стыков, выполненных контактной и термитной сваркой; зон болтовых стыков; участков рельсов с поверхностными повреждениями головки (расслоения); отдельных сечений рельсов по показаниям мобильных средств; ручного уточняющего контроля;
- возможность подключения датчика пути;
- визуальное отображение контролируемого сечения рельса в виде В-развертки;
- возможность введения звукового комментария, что позволяет запоминать информацию, которую нельзя вносить с клавиатуры;
- изменение частоты звука звукового индикатора в зависимости от амплитуды, что позволяет более точно определить координаты выявляемых дефектов;
- передача данных на ПК и формирование документа контроля с возможностью распечатки на принтере.

Для контроля стыков алюмино-термитной сварки и стрелочных переводов дополнительно к **АВИКОН-02Р** предусмотрены специализированный сканер **CATC-02Р**, обеспечивающий реализацию зеркального метода контроля и штанга **ДП-СКАНЕР-02Р**, обеспечивающая перемещение ПЭП с датчиком пути по головке рельса.



Реализация зеркального метода («Тандем») с помощью сканера CATC-02Р дефектоскопа АВИКОН-02Р при контроле сварных стыков

Дефектоскоп **АВИКОН-02Р** в комплекте со штангой позволяет полностью воспроизвести как результат проверки сварных стыков, так и сплошного контроля рельсов по любому из каналов и получить соответствующие дефектограммы. При этом операторы получают объективные документы контроля, подтверждающие факт и качество его проведения.



Дефектоскоп АВИКОН-02Р/ПК для стационарных условий работы

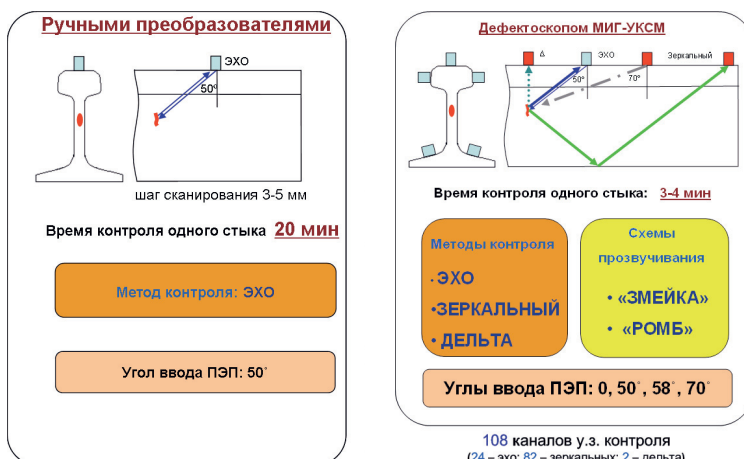
Более 300 дефектоскопов **АВИКОН-02Р** успешно применяются на сети дорог ОАО «РЖД» и рельсосварочных предприятиях при проверке сварных стыков и отдельных сечений рельсов.

Многоканальный дефектоскоп МИГ-УКСМ

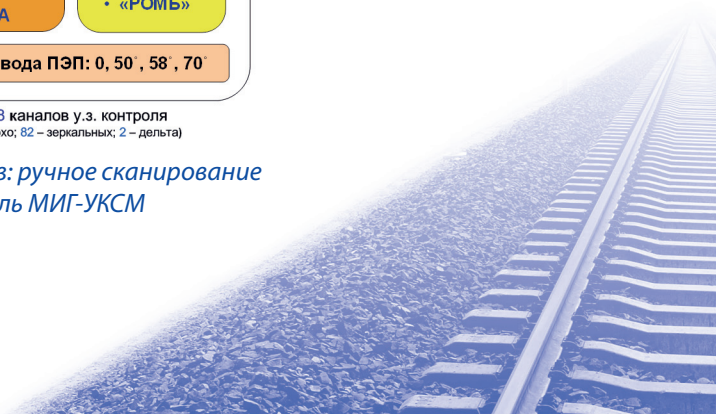
Начиная с 2000 г., на Российских железных дорогах протяженность бесстыкового пути ежегодно возрастает на 3-3.5 тыс. км, охватывая на сегодняшний день более 65% протяженности главных путей. Естественно, применяемая до настоящего времени технология ручного контроля сварных стыков не может обеспечить требуемую производительность и надежность контроля.

Эти обстоятельства продиктовали необходимость создания нового автоматизированного многоканального дефектоскопа МИГ-УКС для ультразвукового контроля электроконтактных сварных стыков рельсов.

Первая модификация дефектоскопа МИГ-УКС, разработанного ОАО «Радиоавионика» в 2005 г., впервые реализовала технологию автоматизированного контроля сварных стыков рельсов с получением документа контроля.



Способы контроля сварных стыков рельсов: ручное сканирование и автоматизированный контроль МИГ-УКСМ



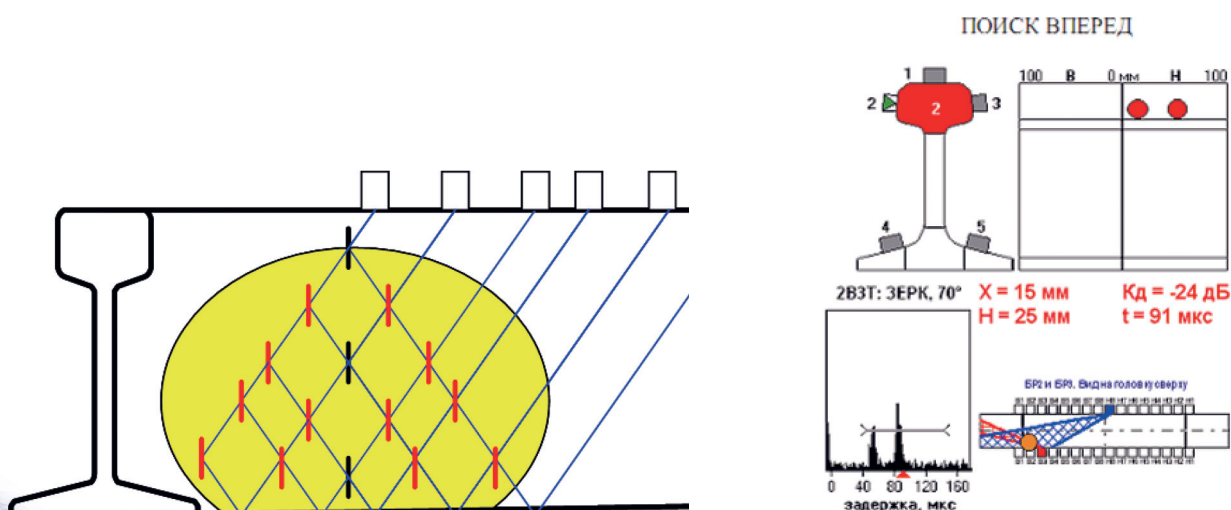
С целью повышения достоверности контроля в 2010-2011 г.г. дефектоскоп МИГ-УКС был существенно доработан.



Модернизированный дефектоскоп МИГ-УКСМ для контроля сварных стыков

Технология работы с модифицированным дефектоскопом МИГ-УКСМ предусматривает принятие решения о качестве сварного стыка по трем этапам контроля:

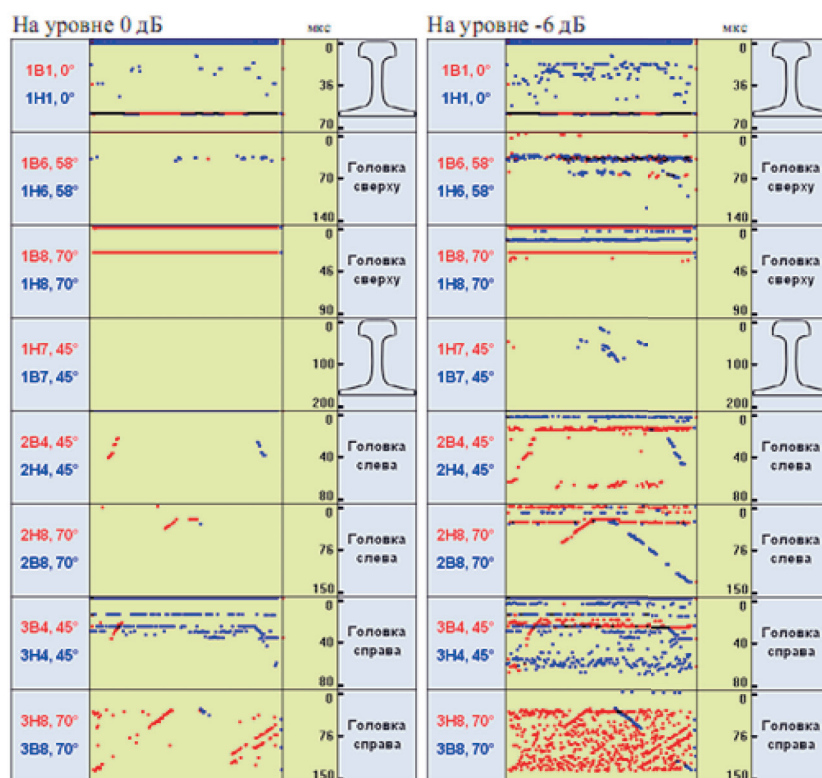
1. **Озвучивание стыка по зеркальному методу** в стационарном положении МИГ-УКСМ (с двух сторон от стыка) с отображением зоны локации возможных дефектов на мнемоническом изображении рельса и на развертке типа А:



Контроль сварного стыка дефектоскопом МИГ-УКСМ по зеркальному методу (в статике: вперед и назад)

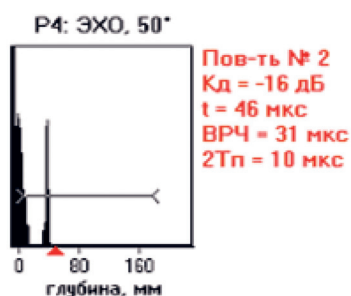


2. **Сканирование сварного стыка по эхо-методу** путем перемещения МИГ-УКСМ на расстояние ± 360 мм от центра стыка с отображением сигналов на развертке типа В:



Результаты сканирования сварного стыка дефектоскопом МИГ-УКСМ:
сигналы от дефекта головки по коду 26.3

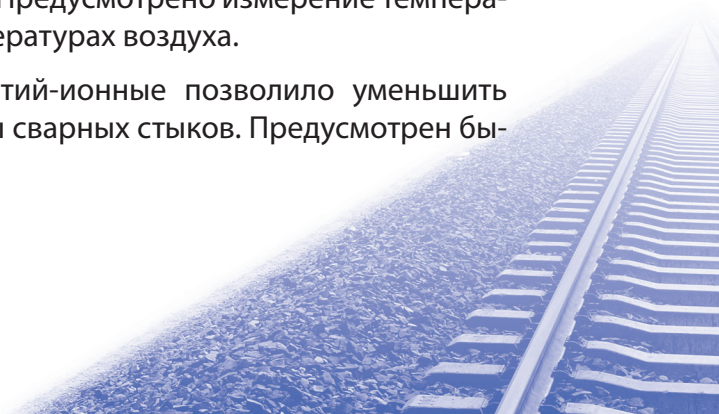
2. **Результаты ручного сканирования** сварного стыка с отображением сигналов на А-развертке:

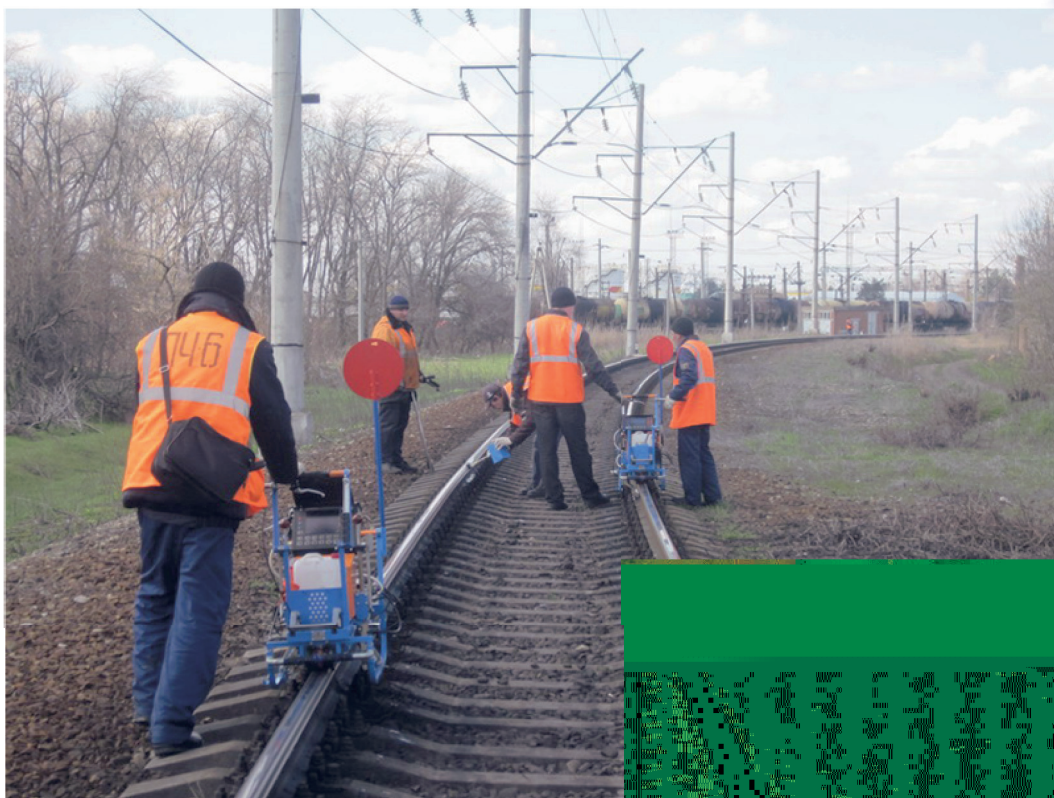


Для эффективного выявления дефектов анализ сигналов на дефектограммах МИГ-УКСМ производится на нескольких амплитудных уровнях (от минус 6 до + 6 дБ). Производится регистрация сигналов контроля по всем каналам и параметры настройки каналов МИГ-УКСМ.

Технология сканирования сварного стыка привела к необходимости введения датчика пути и защиты всех преобразователей от истирания. Предусмотрено измерение температуры ПЭП для корректной работы при высоких температурах воздуха.

Замена свинцово-кислотных аккумуляторов на литий-ионные позволило уменьшить массу прибора на 5 кг. Фиксируются GPS-координаты сварных стыков. Предусмотрен быстрый съем МИГ-УКСМ с пути.





Работа с дефектоскопами МИГ-УКСМ в пути

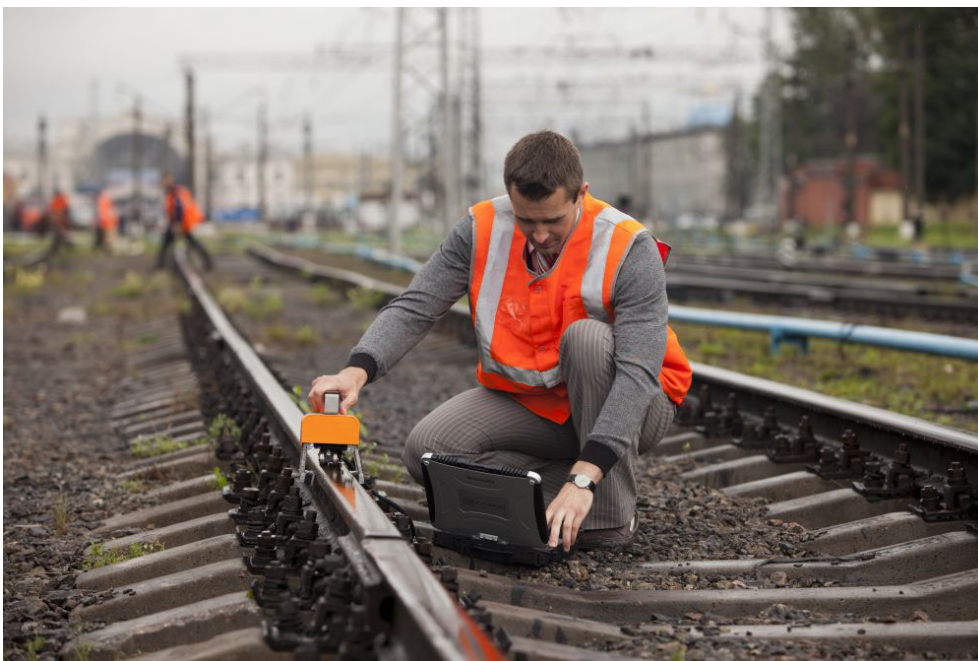
Программное обеспечение МИГ-УКСМ реализует возможность анализа результатов контроля сварных стыков на персональном компьютере в участке дефектоскопии. С этой целью на каждый проконтролированный стык формируется протокол контроля, который затем передается через стандартную флеш-карту на стационарный ПК.

В 2011 г. дефектоскоп МИГ-УКСМ успешно прошел строгие испытания приемочной комиссии ОАО «РЖД» и началось его внедрение на сети дорог. Эксплуатация как первых, так и модернизированных МИГ-УКСМ показала, что среднее время контроля одного сварного стыка составляет около 3 мин., что в 3-4 раза меньше чем при ручном контроле. В то же время, ярким достоинством контроля сварки с помощью МИГ-УКСМ является получение объективного документа контроля на всех этапах проверки сварных стыков.

Ультразвуковой дефектоскоп АВИКОН-17 для оценки размеров дефектов

Классический подход ультразвуковой дефектоскопии обеспечивает регистрацию измеряемых характеристик дефектов: коэффициента выявляемости K_d , глубины залегания и условных размеров (условной протяженности ΔL , ширины ΔX и высоты ΔH). При этом реальные размеры дефекта и его конфигурация остаются недоступными для анализа.

Многолетние исследования и знания реальной практики контроля позволили сотрудникам НТК СНК разработать уникальный дефектоскоп **АВИКОН-17** для оценки реальных размеров дефектов в головке рельсов.



Процесс измерения размеров дефектов в головке рельса с помощью АВИКОН-17

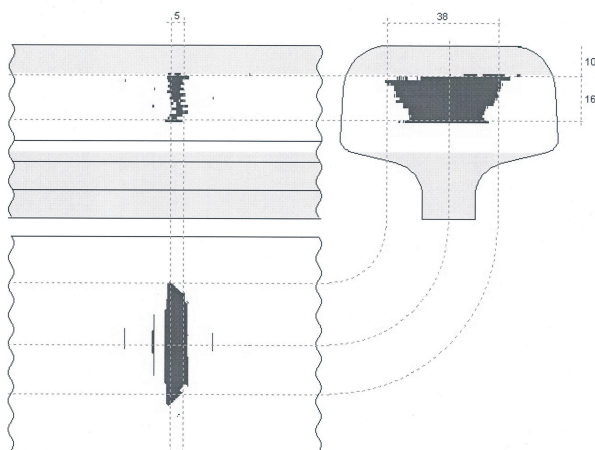
С помощью АВИКОН-17 производится сканирование локального участка головки рельса вне зон сварных и болтовых стыков.



Сканирующее устройство и блок управления и индикации АВИКОН-17

При наличии внутренней поперечной трещины головки дефекта на дисплее портативного компьютера отображается ее конфигурация в виде 3D-изображения и производится полуавтоматический расчет измеренной площади дефекта.





Результат измерения АВИКОН-17 дефекта в головке и последующего долома рельса

Контроль «подозрительных» сечений рельсов в области головки позволит минимизировать случаи перебраковки рельсов, вызванные эхо-сигналами от поверхностных расслоений (без поперечной трещины) и других неопасных отражателей.

Оценка размеров дефектов в головке рельса позволяет производить мониторинг дефектных сечений рельса с дефектами кода 21.2Н. Это позволит в будущем перейти на новые технологии содержания отдельных участков пути, продлить срок эксплуатации рельсов с наличием незначительных повреждений, в том числе, и внутри головки рельсов.

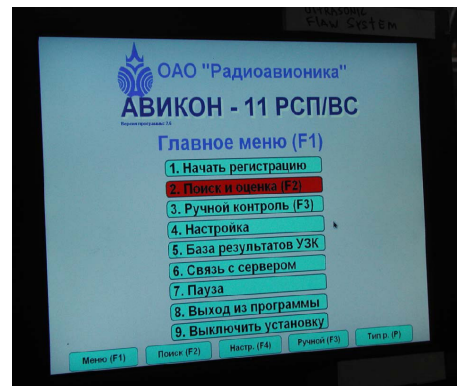
Контроль рельсов на рельсосварочных предприятиях (РСП)

Политика ОАО «РЖД» направлена на ресурсосбережение и эффективное использование рельсового металла. При этом важнейшей задачей является обеспечение неразрушающего контроля старогодных рельсов и сварных стыков на РСП.

С начала 2006 г. и по настоящее время на РСП-8 (г. Ярославль, Северная ж.д.) успешно работают многоканальные дефектоскопные установки **АВИКОН-11РСП/ВС** для входного контроля старогодных рельсов и их выходного контроля после репрофилирования.

С октября 2007 г. такие установки эксплуатируются на РСП-31 Северо-Кавказской ж.д. (г. Тихорецк) и РСП-29 (ст. Промышленная Зап.-Сиб. ж.д.) .

Установка АВИКОН-11РСП представляет собой стационарную стойку, на которой установлены персональный компьютер, ультразвуковой многоканальный блок, система крепления блоков резонаторов и датчик перемещения (расположенные над зоной движения рельсов).



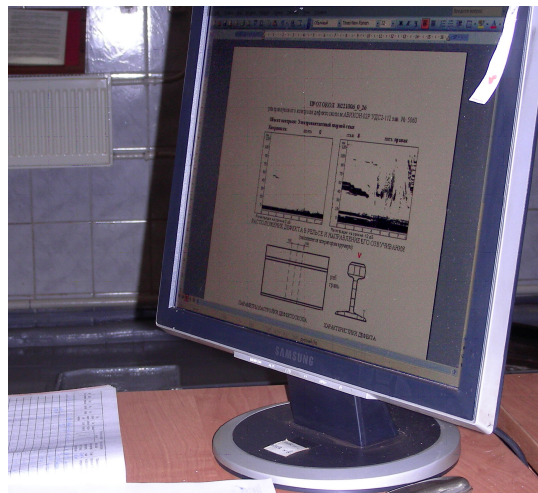
Установка для входного контроля рельсов АВИКОН-11-РСП/ВС

Отличительными особенностями установки **АВИКОН-11 РСП**, выгодно отличающей ее от аналогов, являются:

- управление работой установки с помощью **ПК**;
- **надежная схема прозвучивания** рельса с одновременным контролем рабочей и нерабочей граней головки по эхо- и зеркальному методам (схема «РОМБ» и «РОМБ +»);
- контроль **всего сечения** рельса, включая перья подошвы;
- возможность расшифровки **в реальном времени** сигналов сплошного контроля рельсов, отображаемых на экране ЖК монитора в виде **В-развертки** (на уровнях «0 дБ» и «минус 6 дБ»);
- полуавтоматическая настройка каналов контроля с минимизацией ошибки оператора;
- проверка **акустического контакта** под каждым ПЭП в ходе всего времени контроля;
- запись результатов **ручного контроля** подозрительных участков с фиксацией их координат;
- формирование паспорта рельсовой плети;
- сохранение результатов контроля в единую базу данных РСП с возможностью их последующего просмотра и анализа;
- эффективный режим **шумоподавления**;
- возможность управления движением рельса, а также регулировки подачи и нагрева воды в холодное время года.

На приемочном контроле сварных стыков для вторичного контроля дефектных мест применяются портативные дефектоскопы **АВИКОН-02Р**. Программное обеспечение дефектоскопов специализировано для контроля рельсов в условиях РСП. В частности, для повышения производительности проверки сварных стыков созданы три типовые настройки, а с целью упрощения процедуры протоколирования результатов контроля введена таблица для заполнения служебных данных (№ плети, № стыка, нить, дефект, оператор, дата, ΔL , ΔX , ΔH , номер поверхности сканирования). Протоколирование результатов контроля, выполняется в соответствии с «Временными инструктивными указаниями по ультразвуково-

му контролю сварных стыков рельсов, выполненных ПРСМ, с получением объективного документа контроля» (утвержденными ОАО «РЖД»).



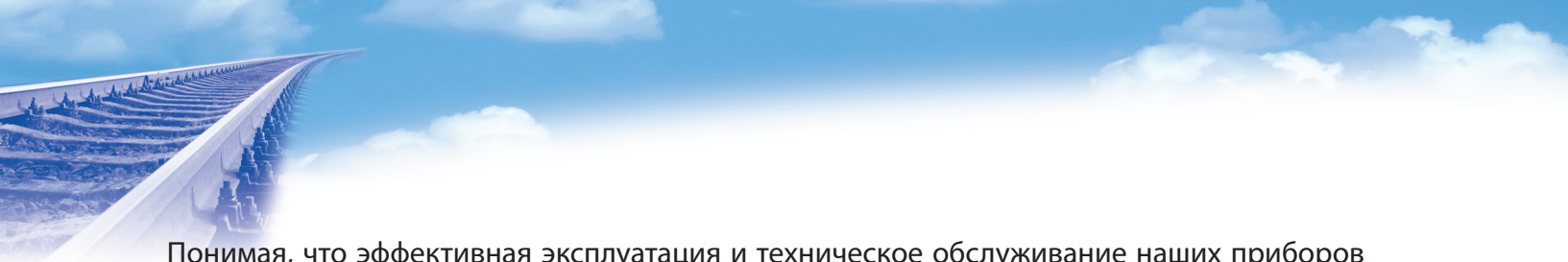
Приемочный контроль сварных стыков дефектоскопом АВИКОН-02Р на РСП-8



Модификация дефектоскопа МИГ-УКС/РСП для рельсосварочного предприятия

Подготовка специалистов

Любой, даже самый современный и функциональный дефектоскоп не обеспечит надежное обнаружение дефектов, если его обслуживает работник без соответствующей теоретической и практической подготовки.



Понимая, что эффективная эксплуатация и техническое обслуживание наших приборов возможны лишь квалифицированными специалистами, в ОАО «Радиоавионика» с самого начала и по сегодняшний день значительное внимание уделяется подготовке кадров.

Обучение специалистов железных дорог на базе нашего предприятия началось в далеком 1996 г. с момента внедрения на сети железных дорог ультразвукового двухниточного дефектоскопа АВИКОН-01. У истоков создания Центра подготовки «Радиоавионика» стояли ведущие специалисты в области рельсовой дефектоскопии – д.т.н. А.А. Марков и к.т.н., доцент Д.А. Шпагин.

Первыми учащимися стали специалисты Октябрьской ж.д. Был подготовлен экипаж первого совмещенного вагона-дефектоскопа ПС-480 с дефектоскопическим комплексом АВИКОН-03. Операторы осваивали работу с первым микропроцессорным дефектоскопом АВИКОН-01 с новой идеологией построения и отображения информации.

А.А.Марковым и Д.А. Шпагиным в 1995-1998 г.г. были разработаны первые в рельсовой дефектоскопии компьютерные обучающие программы: «Рекомендации по расшифровке дефектограмм ультразвукового вагона-дефектоскопа» и «Основы ультразвуковой дефектоскопии рельсов». Подготовили к публикации одноименные учебные пособия, выпущенные в 1999-2003 г.г. Эти учебники и программы стали «классикой дефектоскопии» и активно используются при обучении и сегодня.

В 2003 г. появление на железных дорогах России большой номенклатуры мобильных и съемных средств дефектоскопии с системами сплошной регистрации послужило толчком к созданию современного Центра подготовки по неразрушающему контролю. Мы получили Лицензию Комитета по высшему образованию Санкт-Петербурга, утвердили в ОАО «РЖД» программы обучения по дефектоскопии рельсов и железнодорожной автоматике.



Лекцию читает ректор Центра подготовки д.т.н. А. А. Марков

Одним из главных преимуществ нашего Центра подготовки является то, что занятия ведут непосредственные разработчики дефектоскопической аппаратуры.

Наши преподаватели являются авторами четырех популярных учебников по дефектоскопии рельсов и серии компьютерных обучающих программ.

Лекции и практические занятия в учебном центре «Радиоавионика» насыщены полезной и необходимой информацией. Качество обучения повышают современные средства: электронная доска, компьютерный класс, образцы новых дефектоскопов, контрольный



тупик с дефектами. Отсутствие пропусков операторами наших занятий свидетельствует о действительно интересном и качественном обучении.



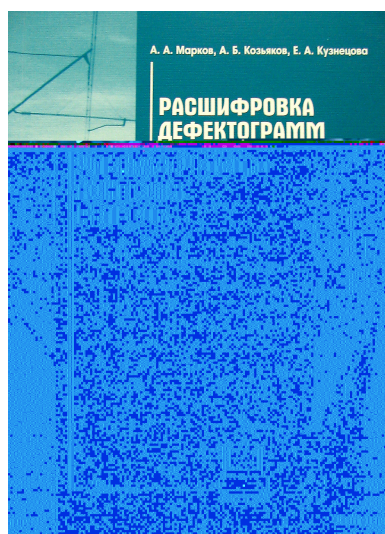
Занятия в Центре подготовки «Радиоавионика»

Во время занятий между работниками железных дорог (и разработчиками) происходит плодотворный обмен опытом. Некоторые из специалистов, благодаря нашему содействию, периодически публикуют свои статьи в известных отраслевых журналах «Путь и путевое хозяйство», «В мире НК» и на сайте ОАО «Радиоавионика».

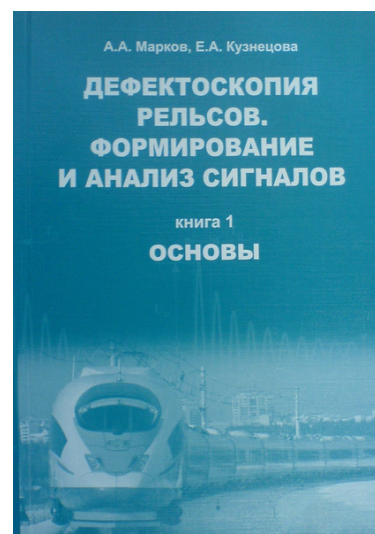
Персональный подход и внимательное отношение – еще одно из достоинств наших курсов. Каждый учащийся получает в подарок целую библиотеку учебников и CD-диск со свежими программами и актуальной информацией. Для наших гостей мы организуем обзорные экскурсии по С-Петербургу. В учебном классе имеется «чайная» комната, в которой студенты могут отдохнуть от занятий и обсудить актуальные проблемы дефектоскопии рельсов.



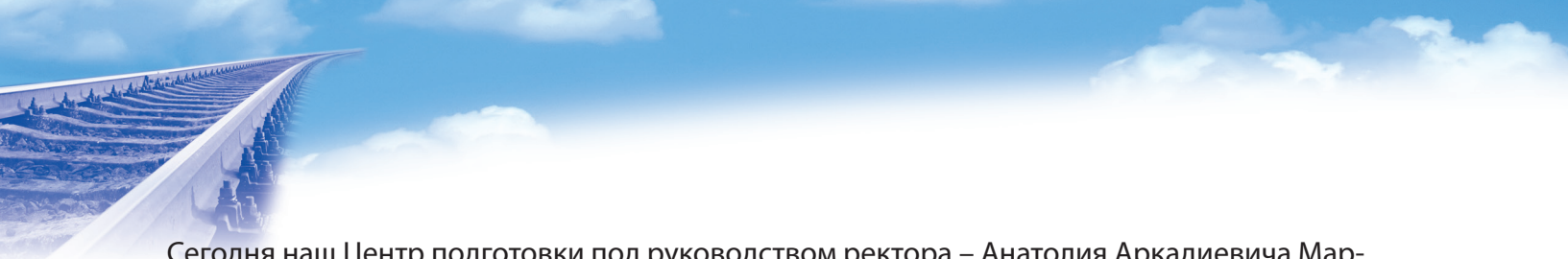
Марков А.А., Шпагин Д.А. «Ультразвуковая дефектоскопия рельсов». 2-е издание. 2008.



Марков А.А., Козьяков А.Б., Кузнецова Е.А. «Расшифровка дефектограмм ультразвукового контроля рельсов. Практическое пособие». 2006.



Марков А.А., Козьяков А.Б., Кузнецова Е.А. «Дефектоскопия рельсов. Формирование и анализ сигналов. Книга 1. Основы». 2010.



Сегодня наш Центр подготовки под руководством ректора – Анатолия Аркадиевича Маркова – можно назвать наиболее авторитетным и популярным на железных дорогах России и стран бывшего СССР. За эти годы обучено **2580** специалистов со всех дорог ОАО «РЖД», крупных промышленных предприятий, метрополитенов и железных дорог Украины, Казахстана и Эстонии. С каждым годом количество желающих пройти у нас курсы повышения квалификации растет, и периодически набираются очень большие группы – до 50 человек.

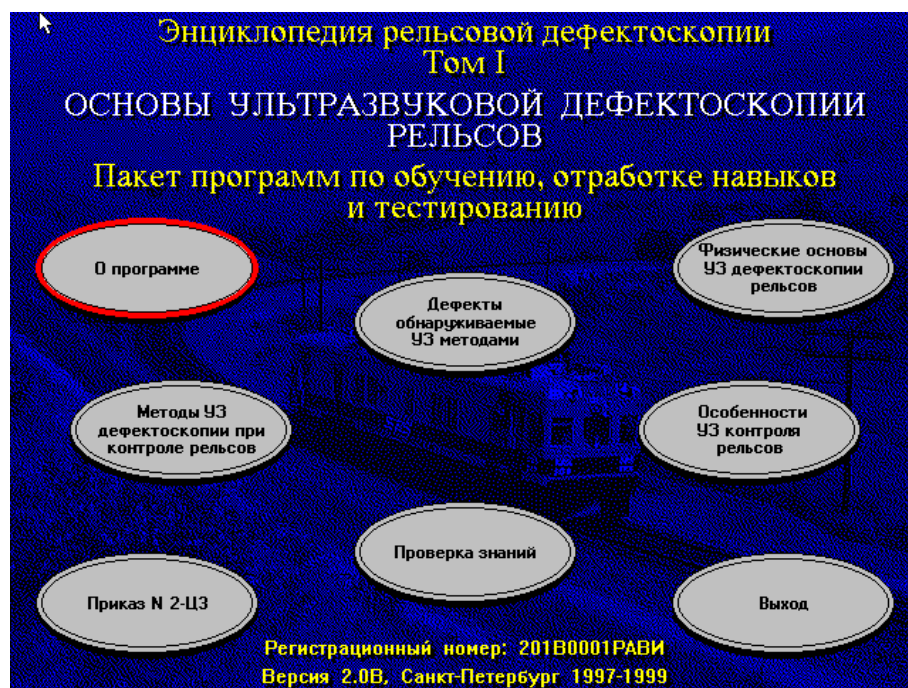
Обучающие компьютерные программы по ультразвуковой дефектоскопии рельсов

Для подготовки специалистов по дефектоскопии рельсов в ОАО «Радиоавионика» разработана серия компьютерных **обучающе-тестирующих программ**, предусматривающих изучение физических основ ультразвуковой дефектоскопии рельсов, принципов формирования сигналов на развертках типа А и В и особенностям расшифровки сигналов съемных и мобильных средств неразрушающего контроля рельсов. Обучающие программы содержат разделы «Тренажер» и «Экзамен», что позволяет в процессе обучения периодически тестировать знания обучаемых.

Разработаны, также, компьютерные программы по подготовке операторов работе с дефектоскопами АВИКОН-01(МР) и АВИКОН-11.

«Основы ультразвуковой дефектоскопии рельсов»

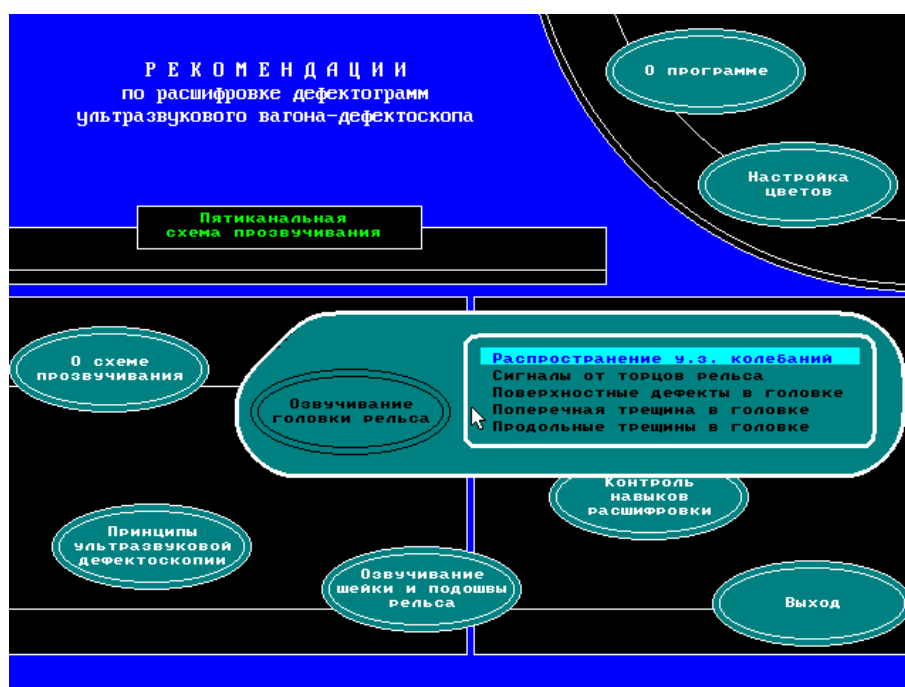
Данная программа содержит подробный электронный **учебник** по изучению физических основ ультразвуковой дефектоскопии, **тренажер** для отработки навыков настройки дефектоскопов и **экзамен**.



Обучающая программа по физическим основам дефектоскопии рельсов

«Рекомендации по расшифровке дефектограмм ультразвукового вагона-дефектоскопа»

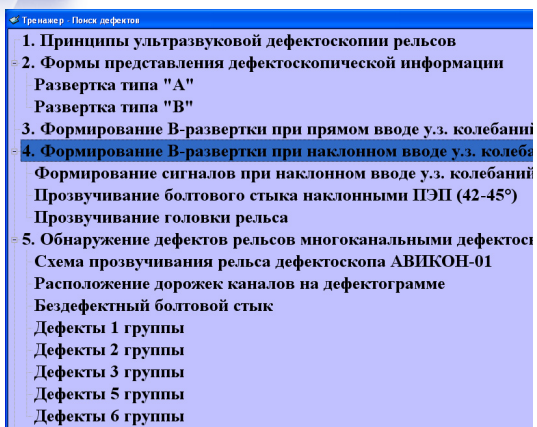
Программа содержит разделы, в которых в интуитивно понятном виде (динамические картинки) рассматриваются принципы формирования дефектоскопических сигналов от дефектов и конструктивных отражателей рельсов на развертках типа А и В, содержатся раздел по анализу реальных дефектограмм и тестирующий раздел – **Контроль навыков расшифровки**.



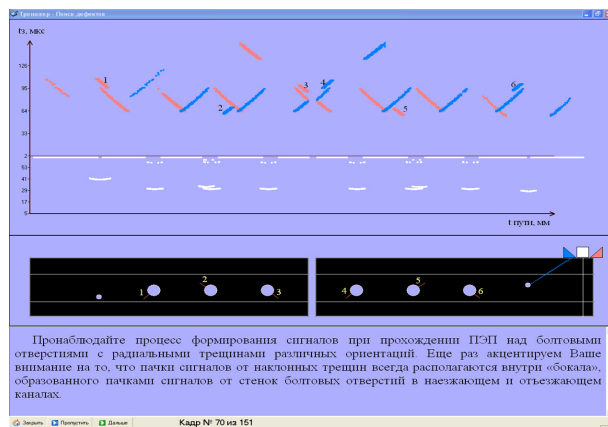
Обучающая программа по изучению принципов формирования дефектоскопических сигналов на развертках типа А и В

«Расшифровка дефектограмм ультразвукового контроля. Принципы, практика, сигналы от реальных дефектов»

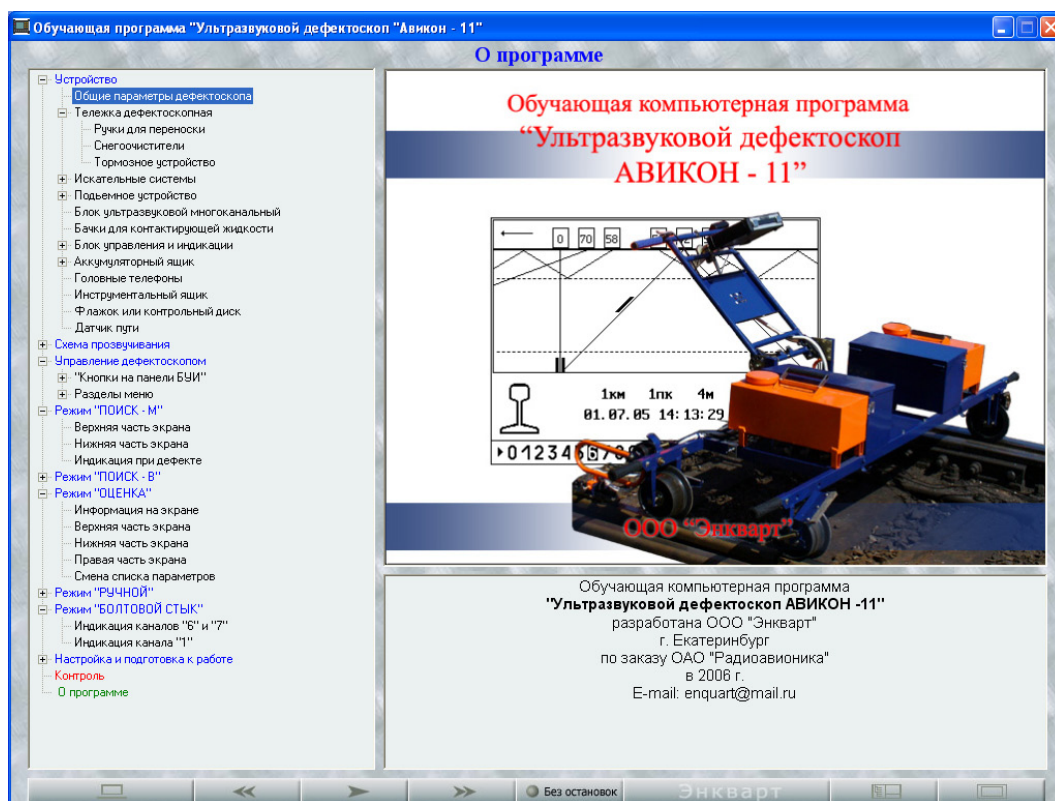
Программа для подготовки и тестирования практических навыков расшифровщиков дефектограмм. Программа содержит разделы «Принципы ультразвуковой дефектоскопии рельсов», «Формы представления дефектоскопической информации», «Формирование В-развертки при прямом и наклонном вводе у.з. колебаний», «Обнаружение дефектов рельсов многоканальными дефектоскопами». В тестирующем разделе представлены фрагменты реальных дефектограмм дефектоскопа АВИКОН-01 и модели дефектов.



Содержание программы «Расшифровка дефектограмм ультразвукового контроля»



Пример формирования сигналов на В-развертке при озвучивании дефектов болтовых отверстий



Обучающая программа «Ультразвуковой двухниточный дефектоскоп АВИКОН-11» содержит видеоматериалы по изучению устройства, схемы прозвучивания и режимов сплошного и ручного контроля рельсов, способам управления дефектоскопом, его настройке и подготовке к работе

При разработке программы авторы старались кратко, но максимально доступно представлять теоретический материал и давать полезные практические советы начинающим расшифровщикам.