

ОРГАНИЗАЦИЯ СОТРУДНИЧЕСТВА ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ (ОСЖД)

III издание

Разработано экспертами Комиссии ОСЖД по инфраструктуре и подвижному составу 29 июня по 02 июля 2010 года, г. Варна, Республика Болгария

Согласовано совещанием Комиссии ОСЖД по инфраструктуре и подвижному составу 19-22 октября 2010 г., Комитет ОСЖД, г. Варшава

Утверждено на заседании Конференции Генеральных директоров (ответственных представителей) железных дорог ОСЖД 18-22 апреля 2011 г., Таджикистан, г. Душанбе

Дата вступления в силу: 22 апреля 2011 г.

О 733

КОНЦЕПЦИЯ РАЗРАБОТКИ КОМПЛЕКСНОЙ СИСТЕМЫ ДИАГНОСТИКИ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ

1. ВВЕДЕНИЕ

В Памятке ОСЖД Р 781 «Концепция построения диагностики пути на основе оценки интенсивности его расстройств в различных условиях эксплуатации», I издание 2003г., представлены основные принципы построения вспомогательной экспертной системы, как одного из важнейших элементов диагностики инфраструктуры. В 2004-м году издана памятка также по тематике железнодорожного пути:

- Р 761/3 «Усовершенствование метода диагностирования и критериев оценки состояния земляного полотна железных дорог», I издание;
- О+Р 752 «Система диагностики стрелочных переводов» I издание.

В аспекте электротехники и энергетики отдельные вопросы диагностики решаются, например, в следующих памятках:

- Р 630/1 - Рекомендации по геометрическим, динамическим и электромеханическим параметрам контактной сети, токоприемников и токосъемных элементов для скоростного и высокоскоростного электроподвижного состава транспортных коридоров
- Р 649 - Рекомендации по комплексной системе диагностики оборудования в устройствах тягового электроснабжения электрифицированных железных дорог (на железных дорогах общего назначения)
- Р 614 - Рекомендации по защите подземных металлических сооружений от коррозии блуждающими токами на электрифицированных железных дорогах
- Р 606 - Рекомендации по снижению влияния гармонических составляющих на внешнюю систему энергоснабжения и по ограничению мешающих резонансных явлений в тяговой сети

В настоящем проекте даются общие основы построения системы диагностики инфраструктуры в целом, на основании имеющегося опыта и перспективных соображений дорог-участниц ОСЖД.

2. ОСНОВНЫЕ ЗАДАЧИ ДИАГНОСТИКИ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ

Основным фактором, позволяющим принимать правильные решения по содержанию и ремонту инфраструктуры и обеспечению безопасного и бесперебойного движения поездов, является интегрированная система диагностики технического состояния железнодорожной инфраструктуры в целом.

Целью диагностики элементов инфраструктуры является:

- определение технического состояния отдельных элементов инфраструктуры и в целом;
- определение необходимого объема работ по содержанию и ремонту элементов инфраструктуры, а также приоритетности их выполнения на

основании установленного технического состояния – осуществление принципа эксплуатации инфраструктуры в зависимости от ее технического состояния;

- обеспечение быстрого, экономически обоснованного реагирования на происходящие процессы, приводящие к расстройству и отказу элементов инфраструктуры;

- комплексное наблюдение за естественным расстройством элементов инфраструктуры за весь срок службы конструкций, выявление причин возникновения преждевременных деформаций, превышающих допустимые нормы;

- прогнозирование состояния инфраструктуры согласно результатам комплексной диагностики инфраструктуры;

- предложения изменений в технических условиях, нормах и инструкциях содержания инфраструктуры на основании результатов диагностики для оптимизации финансовых расходов;

- содействие предотвращению аварий путем непосредственного сообщения информации о результатах диагностики.

3. КОМПЛЕКСНАЯ СИСТЕМА ДИАГНОСТИКИ

Целью применения комплекса диагностики элементов инфраструктуры является:

- работа на основе общей базы данных;

- применение по возможности комплексных и многофункциональных измерительных средств для снижения затрат диагностики и обеспечения бесперебойного движения;

- оценка состояния элементов инфраструктуры по единым принципам, а также совместная единовременная оценка локальных неисправностей с целью оптимизации работ по содержанию.

4. ОТДЕЛЬНЫЕ ПОДСИСТЕМЫ

Целью диагностики отдельных элементов инфраструктуры является определение их состояния, наблюдение за естественной деградацией их частей в течение срока службы конструкций и вскрытие причин преждевременных деформаций вне допустимых пределов.

Для обработки данных о состоянии пути и сооружений, определяемых посредством диагностики, в зависимости от методики должны быть одновременно установлены правила оценки, обычно с помощью допустимых границ (допусков) по:

- а) безопасности (крупные неисправности и неисправности, которые могут внезапно, за короткий срок достичь состояния, угрожающего безопасности движения);

- б) экономичности содержания

- для технологий устранения отдельных отступлений;

- для технологий локальных ремонтов (на отрезках от 50 м до нескольких пикетов);

- для технологий сплошных ремонтов;
- в) комфорту поездки.

При этом необходимо учитывать сочетание неисправностей и нормы допусков для обеспечения безопасности, которые должны быть уравновешены и не должны в значительной степени искажать решения по способам и затратности ремонтов.

4.1. Верхнее строение пути

На основе собранных данных и вычисленных на их основе оценочных показателей, а также разных алгоритмов система должна решать следующие задачи:

- обеспечение информацией о геометрическом состоянии и конструктивных элементах верхнего строения пути и о ранее выполненных работах по содержанию;
- характеристика актуального геометрического и конструктивного состояния железнодорожного пути;
- контроль за процессом расстройств верхнего строения пути;
- выявление локальных неисправностей в геометрии и конструкции верхнего строения пути;
- определение необходимости проведения путевых работ по содержанию и ремонту пути;
- анализ необходимости введения ограничения скорости из-за расстройств пути;
- планирование выправочно-подбивочно-рихтовочных работ и работ по очистке балласта;
- планирование финансовых расходов;
- контроль выполненных путевых работ;
- определение рационального соотношения работ по текущему содержанию и ремонтам пути в рамках единой системы технического обслуживания.

С точки зрения механической прочности и стабильности верхнего строения пути его состояние рассматривается следующим образом:

- а) по деформациям рельсовой колеи и верхнего строения пути, соответствующим воздействию подвижного состава (качество и стабильность технических параметров обеспечивается только выправкой геометрии);
- б) по деформациям рельсовой колеи и верхнего строения пути, являющимся последствием изменения состояния элементов конструкции;
- в) по деформациям рельсовой колеи, являющимся следствием состояния нижнего строения.

4.2. Нижнее строение пути

Качество нижнего строения пути имеет основное влияние на качество верхнего строения пути. Диагностика нижнего строения должна обеспечить наблюдение за его состоянием и обнаружение его дефектов, а также образовать

базу данных для долгосрочного наблюдения за его качеством (см. Памятку Р 761/3).

Современные методы диагностики земляного полотна используются для определения его состояния на данный момент времени. Вместе с тем для создания эффективной системы контроля состояния объектов, позволяющей фиксировать проявление деформаций на разных стадиях их развития и обеспечивающей своевременное выполнение работ по стабилизации и усилению наиболее опасных объектов, необходимо проводить повторяющиеся во времени наблюдения с периодом, гарантирующим от неконтролируемого развития деформаций.

Такой контроль за состоянием различных объектов земляного полотна во времени называется мониторингом, который включает: повторяющиеся визуальные и инструментальные наблюдения, оценку их результатов, прогноз изменения состояния, с целью выявления наступления моментов, близких к предельным, а также на их основе разработку методов управления, позволяющих вывести земляное полотно на нормальный режим эксплуатации.

Мониторинг земляного полотна может осуществляться с использованием:

- данных вагонов-путеизмерителей;
- результатов прохода нагрузочных комплексов;
- данных инженерно-геологического обследования.

4.3. Инженерные сооружения

Целью диагностики инженерных сооружений является:

- контроль сохранения технических параметров инженерных сооружений для сохранения эксплуатационных параметров инфраструктуры в целом;
- определение расстройств состояния и его темпов развития во времени;
- определение объема работ по содержанию и ремонту инженерных сооружений;
- совершенствование методов оценки состояния инженерных сооружений с позиций рассмотрения трех основных потребительских свойств - сохранение грузоподъемности, обеспечение безопасных условий проезда и улучшение показателей долговечности;
- организация системы контроля качества работ по содержанию, ремонту и реконструкции железнодорожного пути и сооружений на них, предусматривающая совершенствование диагностики, организацию мониторинга и сопровождения наиболее ответственных работ;
- совершенствование планирования работ по ремонту и реконструкции за счет использования прогнозных моделей поведения материалов, узлов и конструкций в процессе эксплуатации, а также за счет улучшения обоснования приоритетности капитальных вложений.

4.4. Габарит приближения строений

Целью диагностики габарита приближения строений является:

- контроль сохранения параметров габарита приближения строений для обеспечения эксплуатационных параметров пути и сооружений, в том

числе пропускной способности и интероперабельности и определение объема работ по устранению негабаритных мест.

4.5. Контактная сеть

Целью диагностики контактной сети является контроль параметров контактной сети для обеспечения надежного токосъема и заданного качества электрической энергии при питании электроподвижного состава, в частности:

- контроль динамических и геометрических параметров контактной сети;
- контроль механических параметров и температурных нагрузок контактной сети;
- контроль механических и электрических параметров изоляторов;
- контроль механических параметров тяговых опор.

Диагностика выполняется на всех системах (постоянного и переменного тока).

4.6. СЦБ

Целью диагностики СЦБ является:

- контроль технических параметров сигнализации и связи железной дороги;
- контроль параметров станционных, линейных и переездных устройств и другого оборудования;
- диагностика производится на всех системах сигнализации.

4.7. Связь, радиосвязь

Целью диагностики связи и радиосвязи является:

- контроль параметров телефонной и сигнальных линий;
- диагностика радиосвязи и оборудования;
- контроль при эксплуатации, техническая помощь при строительстве радиосвязи.

4.8. Другие

В комплексную систему диагностики инфраструктуры возможно включить по необходимости:

- сопоставление положения нагруженного и ненагруженного пути для оценки состояния и шпал и узлов скреплений в горизонтальной плоскости и наличия люфтов под рельсом и шпалами в вертикальной;
- систему перекрестного контроля данных, например увеличения ширины колеи и состояния шпал (скреплений);
- другие подсистемы диагностики, занимающиеся областью электроснабжения контактной сети и электрических устройств;
- обратного тягового тока и его влияния на коррозию стальных элементов и мостов на электрифицированных путях с постоянным током;

- правильную работу устройств СЦБ и связи, электромагнитной совместимости (ЕМС) и электромагнитных помех (ЕМІ), измерения шума и вибраций и других.

5. ВЗАИМОСВЯЗЬ ОТДЕЛЬНЫХ ПОДСИСТЕМ

Достижимые при помощи диагностики результаты и знания свидетельствуют о тесной связи между параметрами отдельных элементов железнодорожной инфраструктуры. Из этого вытекает, что при дальнейшем расширении и применении новых диагностических методов и средств необходимо соблюдать системный подход во всех отраслях железнодорожной инфраструктуры (нижнее строение пути, верхнее строение пути, мосты, тоннели, системы СЦБ и автоматизации, стационарные тяговые оборудования и т.д.).

Для определения однозначных причин состояния инфраструктуры необходимо определить связи между отдельными системами диагностики, которые взаимодействуют друг с другом или влияют на результаты других систем. Установление этих связей позволит при совместной обработке результатов диагностики отдельных подсистем инфраструктуры исключить неправильную идентификацию причин дефектов, на которые влияет техническое состояние другой подсистемы комплекса инфраструктуры.

По вышеуказанным причинам необходимо обеспечить комплексную оценку результатов диагностических систем:

- нижнего строения пути и геометрических параметров пути;
- геометрических параметров пути, поперечного профиля рельсов и микрогеометрии поверхности рельсов;
- геометрических параметров пути, абсолютного положения пути, габаритов, геометрического положения контактной сети и его динамических свойств.

6. ЭКСПЕРТНЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ

Экспертные информационные системы должны предоставлять комплексную картину состояния отдельных подсистем и целого комплекса инфраструктуры.

Системы должны работать на основе единого цифрового идентификатора локализации и технических паспортов. Эта база данных должна актуализироваться согласно существующим параметрам отдельных элементов системы. Все входные данные необходимо в этой базе локализовать. В качестве входных элементов системы предпочитается массивы данных из диагностических систем, которые обеспечивают комплексную общесетевую диагностику, при минимизации влияния человеческого фактора на получение и оценку измеренных (наблюдаемых) параметров.

Экспертные системы должны содержать инструменты для оценки актуального и предполагаемого развития ее состояния. Для планирования работ по ремонту, содержанию и инвестиционных работ целесообразно предоставить инструменты, которые позволяют вариантно решать реализацию этих работ в зависимости от финансовой потребности или возможности. Для оптимальной и экономически эффективной деятельности по инфраструктуре необходимо для

разных уровней управления определить возможности и средства в ходе работы с экспертными системами.

7. ОРГАНИЗАЦИОННЫЕ И ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ УСЛОВИЯ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ КОМПЛЕКСНОЙ ДИАГНОСТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ

Оптимальная система организации диагностики с точки зрения безопасности и потребностей управления основана на следующих принципах:

- основные этапы диагностики должны осуществляться на сети в сроки, установленные в зависимости от категории линий или, при необходимости, в зависимости от других условий, (грузонапряженности, осевой нагрузки, состояния пути и других);

- дополнительные этапы диагностики возможно включить при необходимости на основе оценки показателей качества элементов инфраструктуры, их состояния, условий эксплуатации и внешних влияний;

- диагностика может осуществляться только сертифицированными и калиброванными средствами измерения, утвержденной методикой и квалифицированным персоналом;

- в результате диагностических измерений должен быть разработан протокол и другая документация (графики, таблицы и т.д.) в соответствии с применяемой методикой и инструкциями;

- результаты диагностики элементов инфраструктуры, учет и хранение данных необходимо обеспечить в единой системе локализации и идентификации, во временных рядах в течении всего срока службы элементов инфраструктуры;

- если произойдет изменение методики диагностики, изменение качества первоначальных данных или системы их обработки или оценки, с данными необходимо также хранить технические нормы и инструкции, или другие документы в редакции, действительной во время получения данных;

- для получения, учета и хранения данных действительны следующие принципы:

- необходимо однозначно установить задачи, компетенции и ответственности всех лиц, имеющих доступ к базе данных;
- данные, вносимые в учет, должны быть авторизованы;
- хранимые данные не могут быть поставлены под угрозу уничтожения;
- учетом и хранением данных необходимо управлять регулярно и профессионально;
- изменения в базе данных паспортизации должны сопровождаться соответствующими изменениями подключенных компьютерных программ;
- необходимо гарантировать локализацию или ее переводимость и интегрирование в рамках информационной системы;
- программное обеспечение HW/SW (hardware/software) должно быть совместимым на всех рабочих местах, подключенных к системе;

- каналы передачи должны соответствовать потребностям по емкости;
- применение комплексной системы диагностики предполагает - как приоритетную задачу - наличие и постепенную модернизацию диагностических средств и интенсивное развитие информационной системы для использования данных.

Целесообразно создать независимые **Центры диагностики**, основными задачами которых являются:

- унификация диагностических процедур по испытаниям и измерениям элементов железнодорожной инфраструктуры;
- создание единой базы описания сети (паспортизации), т.е. накопление данных по инвентаризации элементов линий, накопление данных по измерениям, обработка результатов измерений и формирование отчетов, сводных ведомостей о техническом состоянии транспортных линий и маршрутов, разработка эксплуатационных прогнозов для элементов линии, надзор за информационными системами; экономические анализы, т.е. в конечном итоге - определение затрат на работы по содержанию и ремонту эксплуатируемых транспортных линий и маршрутов;
- применение объективной системы оценки технического состояния элементов инфраструктуры, т.е. планирование, организация, производство измерений элементов инфраструктуры, надзор за выполнением планов по измерениям с помощью диагностических средств (измерительных вагонов, дрезин, измерительных средств или приборов и т.д.) разработка проектов инструкций и методологии измерений;
- повышение эффективности системы и методов диагностики;
- содействие в планировании работ по модернизации;
- непосредственное взаимодействие с региональными отделениями и предприятиями железнодорожных линий;
- формирование отчетов и отчетности.

8. ЭКОНОМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ КОМПЛЕКСНОЙ ДИАГНОСТИКИ

Экономические аспекты осуществления комплексной диагностики целесообразно предусмотреть включения результатов диагностики в систему контроллинга, как управления достижением конечных целей и результатов деятельности предприятий инфраструктуры, поскольку ядром концепции контроллинга является планирование и контроль.

Спектр применения результатов диагностики широкий, и возможно по праву констатировать, что является вкладом не только для всех субъектов, участвующих в управлении, эксплуатации и строении инфраструктуры, а также для производителей и поставщиков, конструкций и оборудования для объектов инфраструктуры.

Роль диагностики заключается не только в повышении безопасности, надежности и технического уровня инфраструктуры, а также и в оптимизации необходимых расходов на ее эксплуатацию и реконструкцию.

9. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Безопасность движения поездов требует строго регламентированный контроль за состоянием железнодорожной инфраструктуры, который осуществляется с помощью соответствующей системы измерения и быстрой обработки данных. Контроль за состоянием инфраструктуры - это непрерывный процесс, при реализации которого определяется актуальное состояние элементов железнодорожной инфраструктуры, а также изменение этого состояния во времени. В результате осмотров и проверок, после взвешивания разных возможных вариантов принимаются решения о проведении необходимых мероприятий. Правильное решение задач содержания определяется в зависимости от состояния. Стратегия, зависящая от состояния, требует сбора огромного количества данных, их хранение и обработку. Эти качественные и количественные данные характеризуют геометрическое и конструктивное состояние железнодорожной инфраструктуры. В то же время важной задачей является контроль и оценка качества выполнения работ

Представленная структура и система диагностики способствуют рациональному использованию средств по содержанию инфраструктуры. Уход от назначения ремонтов по укрупненным нормативам в пользу планирования ремонтов при помощи диагностических систем может способствовать снижению затрат на техническое обслуживание пути

Такой подход к вопросам по содержанию обеспечит:

- повышение эффективности диагностических процедур;
- лучшее использование измерительных средств;
- инвентаризацию элементов линии сети железных дорог, а также облегчение актуализации данных;
- быстрый доступ к измерительным данным на каждом уровне управления;
- возможность представления информации в разных формах.

Предлагаемая структура и система диагностики не предполагают концентрации диагностики в одной организационной единице, наоборот, обеспечивают взаимодействие между диагностами, работающими в отдельных организациях.

Представленная система создает условия, при которых оценка и интерпретация результатов измерений вытекают из однозначных измерительных методов, а не субъективных оценок. Только в таком случае финансовые и материальные ресурсы будут израсходованы рационально и эффективно, обеспечивая на данных железнодорожных линиях требуемые условия перевозок.

Приложения к Памятке ОСЖД О 733

Настоящий материал является Приложением вышеуказанной Памятки, содержащим следующие составные части системы диагностики:

1. Компьютерные экспертные системы диагностики, эксплуатируемые на дорогах – участницах ОСЖД;
2. Применяемые компьютеризованные диагностические средства и их функциональные задачи;
3. Измеряемые и контролируемые характеристики параметров элементов железнодорожного пути при их диагностировании:
 - верхнего строения пути
 - нижнего строения пути
 - инженерных сооружений
 - габарита приближения строений
4. Измеряемые и контролируемые характеристики параметров элементов электроснабжения при их диагностировании:
 - Контактная сеть
 - Тяговые подстанции (ТПС)
5. Измеряемые и контролируемые характеристики параметров элементов СЦБ при их диагностировании:
 - Напольные устройства централизации
 - Постовые устройства централизации
 - Устройства железнодорожного переезда
 - Устройства автоблокировки
 - Устройства автоматического роспуска вагонов с горки
6. Схема информационной системы и системы принятия решений по ремонту и содержанию инфраструктуры

**Компьютерные экспертные системы диагностики,
эксплуатируемые на дорогах ОСЖД**

Таблица 1

Функциональные задачи применяемых компьютерных диагностических систем	Наименование систем	Применяющая железная дорога
Учет железнодорожных линий, их технических и эксплуатационных параметров	POS	РКР PLK S.A
Учет железнодорожных линий, их технических и эксплуатационных параметров: верхнее, нижнее строение пути, зданий и инженерных объектов, переходов, габаритные параметры элементов инфраструктуры, мостовой учётный комплекс	ISI	ЧД ЖСР
Учет данных об инженерных объектах, просмотр, формирование ведомостей в любой конфигурации. Отчетность и статистика	SMOK	РКР PLK S.A
Учет данных об инженерных объектах, просмотр, формирование ведомостей в любой конфигурации. Отчетность и статистика	MES	ЧД
Учет данных об инженерных объектах, просмотр, формирование ведомостей в любой конфигурации. Отчетность и статистика	HDR	МАВ
Учет и анализ ограничений скорости в сети «РКР PLK S.A.» Планирование путевых работ, создание базы данных для нужд систем, формирующих расписания движения. Поддержка работы на диспетчерских участках.	POSEOR	РКР PLK S.A
Учет результатов измерений геометрии пути, диагностические анализы, планирование работ по содержанию. База данных геометрических параметров ж.д.п.	Geo-TEC	РКР PLK S.A
Экспертная система планирования работ по ремонтам ж.д. пути ПАТЕР	PATER	МАВ
Система учета результатов измерений геометрии пути, диагностические анализы, планирование работ по содержанию.	PSST	ЧД
Экспертная система Оценки качества работ при текущем содержании и ремонтах. Определение скорости первого поезда после открытия пути.	JAKON	РКР PLK S.A
Определение допускаемых скоростей и осевых нагрузок рельсовых транспортных средств в зависимости от эксплуатационных условий железнодорожных линий, её конструктивных особенности и состояния пути.	UNIP	РКР PLK S.A
Система геометрическо-кинематической оценки состояния ж/д пути.	SOHRON	РКР PLK S.A
Система оценки эксплуатационной пригодности верхнего строения ж/д путей.	SOKON	РКР PLK S.A
Оценка пригодности грунтового основания к эксплуатации в заданных условиях.	DP – 3	РКР PLK S.A
Расчет потерь энергии вследствие ограничений скорости и задержек поездов.	ПОТЕРИ ЭНЕРГИИ ИСКРА	РКР PLK S.A ОАО РЖД

**Механизированные и компьютеризованные диагностические средства
и их функциональные задачи**

Таблица 2.1

Функциональные задачи применяемых компьютеризованных диагностических средств	Примеры систем	Применяющая ж. д.
Измерение и регистрация геометрических параметров ж/д пути при скорости до 120 км/ч. Анализ параметров верхнего строения пути. Измерение и регистрация геометрических параметров ж/д пути при скорости до 160 км/ч. Анализ параметров верхнего строения пути.	ДРЕЗИНА ЕМ – 120 КВЛ-П вагон MVŽSv FMK-007 ЦНИИ-4 Путеизм. вагон	РКР PLK МAB, НК ЖИ, РЖД, КЗХ, УЗ ЧД МAB РЖД, КЗХ ЖСР
Фотограмметрическое измерение габаритов железнодорожных путей. Измерение габарита лазерным дальномером. Анализ результатов. Генерирование протокола результатов измерений. Фотограмметрическое измерение габаритов железнодорожных путей Лазерное измерение габаритов приближения строений железнодорожных путей. Измерение габарита лазерным сканером. Анализ результатов. Генерирование протокола результатов измерений.	ДРЕЗИНА UPS – 80 ДРЕЗИНА FS3 L-КОPIA/LKO на базе автомобиля "Шевролет Силверадо"	РКР PLK ЧД НК ЖИ
Измерение геометрии пути при скорости до 5 км/ч. Измерение габарита ж/д путей лазерным дальномером. Генерирование протокола результатов измерений	ЛАЗЕР-ТЕС	РКР PLK
Измерение, представление, анализ геометрии поперечного сечения - профилемер лазерный для головки рельса на вагоне дельектоскопе	TechnoGamma	МAB
Ультразвуковая дефектоскопия обеих ниток рельсов пути со скоростью до 50 км/ч. Регистрация, оценка и создание протокола результатов измерений	Вагон -дефектоскоп	РКР PLK МAB РЖД, КЗХ, УЗ
оценка геотехнического состояния и исследования неоднородности грунта нижнего строения пути методом георадара, создание базы данных	Георадар на измерительном вагоне	РКР PLK ЧД РЖД, КЗХ
Диагностика геометрических и динамических параметров контактной сети	Измерительный вагон MVPTZ	РКР PLK ЧД
Диагностика обратной тяговой сети и классификация влияний блуждающих токов на опорные сооружения в окрестности путей постоянного тока	Цифровой автоответчик	ЧД
Измерение электромагнитной совместимости и высокочастотных помех железнодорожного оборудования	Анализатор энергетической сети и высокочастотный приемник	ЧД
Измерение уровня радиосигнала железнодорожной инфраструктуры	Вагон измерения радиосигнала	ЧД

**Ручные компьютеризованные диагностические средства
и их функциональные задачи**

Таблица 2.1

Функциональные задачи применяемых компьютеризованных диагностических средств	Наименование систем	Применяющая ж. д.
Измерение геометрических параметров ж/д пути при скорости до 5 км/ч. Ручная электронная путеизмерительная тележка с регистратором и стационарным ПО.	KRAB, РРВП TEC-1435 TrackScan KRAB-light	ЧД ЖСР РКР РЛК МАВ МАВ ЖСР
Измерение, отображение, анализ и редактирование геометрии поперечного сечения – профилемер для профиля рельсов стрелочных переводов – крестовин, рамных и остряковых рельсов	ПРОФИЛЕМЕР X-Y электронный	РКР РЛК МАВ ЖСР
Измерение, отображение, анализ геометрии поперечного сечения рельса - профилемер лазерный для головки рельса	ПРОФИЛЕМЕР лазерный RHPG CONTOUR	РКР РЛК ЖСР
Измерение, отображение и анализ волнообразного износа рельсов;	RSG	РКР РЛК
Измерение отображение и анализ прямолинейности сварных стыков	RSG SEC EML-T/2003	РКР РЛК МАВ ЖСР
Ультразвуковая дефектоскопия рельсов пути, регистрация, оценка и создание протокола результатов измерений	DIO 562 2CH USK EPOCH IV OMNISCAN MX	ЧД МАВ РЖД, КЗХ, УЗ ЖСР

**Измеряемые и контролируемые характеристики параметров элементов
инфраструктуры при их диагностировании
Верхнее строение пути**

Таблица 3.1

Параметр пути, часть конструкции	Характеристика	Метод определения
Геометрические параметры	ширина колеи	измерение
	изменение ширины колеи	измерение
	взаимное положение по уровню/возвышение в кривых	измерение
	горизонтальные неисправности (рихтовка)	измерение
	продольный профиль	измерение
	перекос	расчет
Динамические параметры	усилия	измерение
	максимальные величины вертикальных и горизонтальных ускорений	измерение
	Поперечное усилие, действующее на путь	расчет + измерение
	Показатель безопасности против схода с рельса	расчет
	Дополнительный показатель безопасности против схода с рельса	расчет
	Показатель безопасности пути	расчет
	Показатель относительного вертикального нагружения рельсовой нити (Л+П)	расчет
	Показатель относительного вертикального нагружения пути	расчет
	Показатель поперечной комфортабельности поездки	расчет
	Показатель вертикальной комфортабельности поездки	расчет
	Фактическое непогашенное боковое ускорение	расчет
Микрогеометрия рельсов	Волнообразный износ	измерение
Рельсы	стыки и сварные швы	измерение
	вертикальный износ	измерение
	горизонтальный износ	измерение
	угол износа	измерение
	дефекты и изломы рельсов	измерение (дефектоскоп)
	стыки и сварные швы	измерение
	измерение напряжений в рельсах	измерение (RailScan)
Скрепления	дефекты и изломы деталей	оценка (осмотр видеозапись)
	износ деталей	измерение
	подуклонка рельса под нагрузкой	измерение
	удерживаемость скрепления	оценка (осмотр)
Шпалы	Неисправности (трещины, изломы, износ дюбелей)	оценка (осмотр, видеозапись)
	Полная негодность.	оценка (осмотр, видеозапись)
	Эпюра	оценка (осмотр видеозапись)

Нижнее строение пути

Таблица 3.2

Параметр нижнего строения пути	Характеристика	Метод определения
Земляное полотно	несущая способность	измерение, точечное, статическое/динамическое
Состав балластных слоев	толщина	измерение непрерывное/точечное
	загрязненность	измерение непрерывное методами георадара, точечное измерение на взятых пробах
	качество	измерение, на взятых пробах в лаборатории,
	материал	измерение, на взятых пробах в лаборатории,
	уровень воды	измерение, ЦПТУ/в скважине, непрерывное методам георадара
	влажность	измерение на взятых пробах непрерывное методам георадара
Водоотвод	качество	осмотр, видеозапись
	функциональность	осмотр, краска
Насыпь	соответствие типовым профилям поперечного сечения.	измерение
	устойчивость	осмотр и измерение

Инженерные сооружения

Таблица 3.3

Параметр инженерного сооружения	Элементы конструкций	Метод определения
Мост, путепровод «виадук»	опоры и фундаменты	оценка «осмотр», измерение
	пролетное строение	оценка осмотром, измерение, дополнительные измерения деформации мостовой плиты нагрузочным испытанием, проверка статики, пререрасчёт объекта
	мостовой настил и гидроизоляция	оценка осмотром, измерение
	опорные части	оценка осмотром, измерение
	Уравнительные приборы	оценка осмотром. измерение
	система дренажа «осушения»	оценка осмотром
	оснащение	оценка осмотром
Лоток	чужое оборудование	оценка осмотром
	опоры и фундаменты	оценка осмотром измерение
	пролёт	оценка осмотром, измерение
	система дренажа «осушения»	оценка осмотром
	оснащение	оценка осмотром
Подземный туннель	чужое оборудование	оценка осмотром
	стены	оценка осмотром, измерение деформации
	потолок	оценка осмотром, измерение деформации
	система дренажа «осушения»	оценка осмотром
	освещение	оценка осмотром
	вентиляция	оценка осмотром проверка функциональности
	оснащение	оценка осмотром проверка функциональности
Пешеходный или переходный мост	чужое оборудование	оценка осмотром
	опоры и фундаменты	оценка осмотром, измерение
	основной прогон	оценка осмотром, измерение
	мостовой настил и гидроизоляция	оценка осмотром, измерение
	освещение	оценка осмотром
	оснащение	оценка осмотром
Подпорная стенка	чужое оборудование	оценка осмотром
	стены	оценка осмотром
	система дренажа осушения	оценка осмотром

Габарит приближения строений

Таблица 3.4

Параметр габарита приближения строений	Характеристика	Метод определения
Геометрические параметры элементов инфраструктуры	ширина от оси пути	измерение
	Высота относительно уровня головки рельса	измерение

**Устройства электроснабжения
Контактная сеть**

Таблица 3.5.1.

Параметры контактной сети	Характеристика	Метод определения	
Электрические параметры	Ток, напряжение	Измерение	
	Нагрев токоведущих зажимов и контакты разъединителей	Диагностика	
	Статическая характеристика токоприемников электроподвижного состава	Измерение	
	Изоляторы		
	Фарфоровые тарельчатые изоляторы	Испытание повышенным напряжением, диагностика	
	Сопротивления фарфоровых тарельчатых изоляторов	Измерение	
	Тангенс угла диэлектрических потерь фарфоровых тарельчатых изоляторов	Измерение	
	Опоры, фундаменты и поддерживающие конструкции		
	Электрическое сопротивление между закладными деталями и арматурой	Измерение	
	Заземляющие устройства		
	Сопротивления цепи заземления опор контактной сети	Измерение	
	Исправность искрового промежутка	Измерение, проверка	
	Исправность диодного заземлителя	Измерение, проверка	
	Сопротивления защитного заземления опоры	Измерение	
	Сопротивления заземляющих устройств комплектных трансформаторных подстанции	Измерение	
	Сопротивления изоляции ВЛ 0,4кВ и светильников на опорах и конструкциях имеющих заземление на рельсовую цепь	Измерение	
	Проверка и профилактические испытания оборудования и аппаратуры, цепей управления, защиты и собственных нужд пунктов группировки станций стыкования	Испытание, проверка	
	Измерения и проверка работы двигателей, пультов и цепей дистанционного управления разъединителями	Измерение, проверка	
	Сопротивление изоляции отсасывающих линий на участках постоянного тока	Измерение	
	Проверка работы указателей «Опустить токоприемник»	Проверка	
Схемы плавки гололеда и профподогрева проводов контактной сети и ЛЭП продольного электроснабжения	Испытание		

Параметры контактной сети	Характеристика	Метод определения
Геометрические параметры	Износ	Измерение, расчет
	Зигзаг, высота	измерение
	Уклон	расчет
	Стрела провеса контактного провода	измерение
	Расстояние между опорами	измерение
	Длина пролета между опорами	измерение
	Расстояние от оси пути до опор	измерение
	Толщина защитного слоя бетона	Измерение
	Прочность бетона и несущей способности опор	Измерение
	Габарит опор	Измерение
	Положения уровня головки рельса относительно репера	Проверка
	Высота основных стержней фиксаторов относительно контактного провода	Измерение
	Положение отходящего контактного провода на воздушных стрелках	Измерение, контроль
	Положение по высоте дополнительных фиксаторов относительно контактного провода	Измерение, контроль
Положение анкерочных ветвей относительно основного контактного провода	Измерение, контроль	
Состояние анкерочных тросов, положение грузов относительно земли	Проверка	
Динамические параметры	Воздействие токоприемника	измерение
	Подъем контактного провода	измерение
	Эластичность	расчет
	Скорость распространения механических волн	расчет
	Сила нажатия на токоприемник	контроль
	Повышенное статическое нажатие	Испытание
	Удары по токоприемнику	Регистрация
	Отрыв полоза токоприемника от контактного провода	Регистрация

Параметры контактной сети	Характеристика	Метод определения
Другие параметры	Климатические условия	Контроль, измерение
	Степень коррозионной активности грунта по отношению к стальной арматуре железобетонных опор	Оценка
	Состояние и обследование опор контактной сети и фундаментов	Диагностика
	Степень загнивания деревянных опор	Измерение
	Определение границ потенциальных зон	Измерение
	Состояние арматуры подземной части железобетонных опор на участках постоянного тока в отношении электрокоррозии	Диагностика
	Оценка несущей способности металлических опорных конструкций контактной сети и прожекторных мачт	Диагностика
	Комплексное измерение потенциалов рельс на участках постоянного тока в анодных и знакопеременных зонах	Измерение
	Дополнительная изоляция опор контактной сети от приводов разъединителей, заземляющих спусков разрядников, деталей крепления в искусственных сооружениях, анкеров от анкерных оттяжек, опор с усиленной изоляцией	Контроль
СЦБ	Профилактические испытания и измерения характеристик силовых опор и КТП с трансформаторами для питания устройств СЦБ	Испытание, измерение
	Профилактические испытания и измерения специальных дроссель-трансформаторов	Испытание, измерение
	Уровни напряжения основного и резервного питания устройств СЦБ на перегонах и станциях	Измерение
	Правильность калибровки плавких вставок предохранителей, вставок автоматических выключателей питания устройств СЦБ	Проверка
	Правильность чередования фаз основного и резервного источника питания устройств СЦБ	Проверка

Тяговые подстанции (ТПС)

Таблица 3.5.2

Параметры ТПС	Характеристика	Метод определения
Распределительные устройства	Исправность отопления, вентиляции, освещения помещений РУ	Контроль
	Состояние кабельных каналов, изоляции	Оценка
	Состояние оборудования, ошиновки, контактных соединений, кабельных муфт	Контроль
	Уровень, температура и давление масла, отсутствие течи в аппаратах	Контроль
Сборные и соединительные шины	Болтовые контакты и соединения	Контроль на нагрев и затяжка
	Отсутствие трещин на поверхности соединителей	Контроль
	Переходное сопротивление болтовых контактных соединений	Измерение
Подвесные и опорные изоляторы	Загрязненность изоляторов	Оценка и чистка
	Исправность узлов крепления	Контроль
	Отсутствие сколов и трещин фарфора изолятора, состояние армировки изоляторов	Контроль
	Сопротивления изоляции	Измерение
Вводы и проходные изоляторы	Механические повреждения, искрения и потрескивания	Контроль и оценка
	Уровень и давления масла в маслонаполненных вводах, уплотнение и отсутствие течи масла	Контроль
	Контактные соединения	Контроль
	Давление в герметичных вводах	Контроль
	Цвет силикагеля в воздухоосушителе	Оценка и контроль
	Сопротивление изоляции	Измерение
	Тангенс угла диэлектрических потерь	Измерение
Масло из маслонаполненных вводов	Испытание	

Параметры ТПС	Характеристика	Метод определения
Разъединители, отделители, короткозамыкатели	Изоляторы, контакты, привода, поддерживающие конструкции, заземлений	Оценка и контроль
	Электроподогрев приводов	Контроль
	Одновременное включение трехполюсных разъединителей	Регулировка и контроль
	Сопrotивления изоляции поводков и тяг, вторичных цепей,	Измерение
	Усилия вытягивания ножа из неподвижного контакта	Измерение
	Время включения и отключения	Измерение
Выключатели масляные, вакуумные, элегазовые	Наличие элегаза в помещениях элегазовых РУ	Контроль отсутствия элегаза
	Показания приборов давления элегаза	Контроль
	Влажность элегаза	Контроль
	Внешнее состояние выключателя и его привода	Контроль
	Уровень и отсутствие течи масла	Контроль
	Исправность заземлений, подогрев выключателя и привода	Контроль
	Ход подвижных частей, вжим и нажатие, одновременность замыкания и размыкания, износ контактов	Измерение и проверка
	Трансформаторное масло из баков выключателей	Испытание
	Встроенные трансформаторы тока	Испытание
	Сопrotивление изоляции	Измерение
	Определение погрешности	Расчет
	Сигнальные и блокировочные контакты	Проверка
	Время включения и отключения	Измерение
	Сопrotивления катушек соленоидов включения и отключения	Измерение

Параметры ТПС	Характеристика	Метод определения
Силовые трансформаторы	Режим работы, нагрузка по отношению к номинальной мощности трансформатора	Контроль
	Уровень масла в расширителе, в негерметичных вводах и давление в герметичных	Контроль
	Состояние изоляторов вводов, отсутствие течи масла в местах уплотнения разъемных элементов, баке, расширителе, радиаторах, вентилях	Контроль и осмотр
	Состояние ошиновки, кабелей, отсутствие признаков нагрева контактных соединений, рабочего и защитного заземлений, соответствие указателей положения устройства регулирования напряжения под нагрузкой (РПН) на трансформаторе и щите управления, исправность устройств сигнализации, голубой цвет контрольного силикагеля	Контроль и осмотр
	Работа обдува в летнее время, обогрева привода РПН в зимнее время	Контроль и проверка
	Сопротивления изоляции первичных и вторичных обмоток трансформаторов тока и напряжения, тангенс угла диэлектрических потерь изоляции обмоток	Измерение
	Трансформаторное масло и газ растворенный в масле трансформатора	Испытание и хроматографический контроль
	РЗА и управления	Проверка и опробование
	Выявление местных нагревов	Измерение

Параметры ТПС	Характеристика	Метод определения
Устройства телемеханики	Устройства телемеханики	Осмотр, опробование и контроль
Электроустановка собственных нужд подстанции	Аппараты, контактные соединения, изоляторы, кабельные заделки, предохранители, заземления	Осмотр, проверка и контроль
Аккумуляторные батареи электроустановок собственных нужд	Аккумуляторные батареи, уровень электролита, состояние и температура помещения	Осмотр и контроль
	Напряжение, состав и плотность электролита	Измерение и химически анализ, контроль
	Ёмкость отформованной аккумуляторной батареи	Измерение
	Напряжение каждого элемента батареи	Измерение
	Сопrotивление изоляции батареи	Измерение
	Высота осадка (шлама) в каждом элементе батареи	Контроль
	Значение напряжения во время бросков тока	Измерение
Устройства защиты от перенапряжения и молниеотводы	Разрядники и ограничители перенапряжений	Осмотр, измерение и контроль
	Электроды и арматура, заземляющая проводка	Осмотр и проверка
	Сопrotивления элемента разрядника, изоляции изолирующих оснований у разрядника	Измерение
	Токи проводимости (токи вытока) вентильных разрядников та ОПН	Измерение
	Пробивное напряжение вентильных разрядников	Испытание
	Состояние вентильных разрядников и ОПН за данными тепловизионного контроля	Диагностика
Дизель – генератор	Ток утечки	Измерение, контроль
	Напряжение, готовность	Измерение, контроль
Устройства РЗА	Напряжение, ток срабатывания, сопротивления	Измерение, опробование
	Время срабатывания	Измерение
	Ток уставки	Расчет
Трансформаторы напряжения и тока	Сопrotивления изоляции	Измерение и оценка
	Коэффициент трансформации	Измерение
	Вольтамперная характеристика	Измерение и оценка
	Величина нагрузки	Измерение
	Полярность выводов обмоток	Измерение

Параметры ТПС	Характеристика	Метод определения
Силовые конденсаторы	Состояние внешнего вида	Контроль
	Сопротивление изоляции	Измерение
	Ёмкость конденсатора	Измерение
	Тангенс угла диэлектрических потерь tgδ	Измерение
Сухие реакторы	Сопротивление изоляции обмоток относительно болтов крепления	Измерение
	Состояние опорных изоляторов	Контроль
	Отсутствие межвиткового замыкания	Испытание
Заземляющие устройства	Наличие та состояние цепей между заземлителями и заземленными элементами, соединений природных заземлителей из заземляющим устройством	Контроль
	Коррозионное состояние элементов заземляющего устройства	Контроль
	Сопротивление заземляющего устройства	Измерение
	Напряжение прикосновения	Измерение
	Состояние пробивных предохранителей в установках напряжением до 1000 В	Контроль
	Работа защиты в электроустановках с заземленной нейтралью	Испытание
Силовые кабели	Сопротивления изоляции	Измерение, испытание
	Целостность и фазирование жил	Контроль
	Заземление концевых муфт	Контроль
	Ток нагрузки	Измерение
	Температура кабелей	Измерение
	Блуждающие токи	Измерение
	Полное сопротивление петли фаза-ноль	Измерение
Контрольные кабели	Сопротивления изоляции	Измерение
	Целостность	Контроль, измерение

Устройства СЦБ
Напольные устройства централизации

Таблица 3.6.1

Устройства централизации	Характеристика	Методы определения
Механическая централизация	замки	измерение, оценка (осмотр)
	стрелочный привод	измерение, оценка (осмотр)
	стрелочный контроль	измерение, оценка (осмотр)
	стрелочный замыкатель	измерение, оценка (осмотр)
	проводная передача	измерение, оценка (осмотр)
	механические соединения	измерение, оценка (осмотр)
Релейная централизация	стрелочный электропривод	измерение, оценка (осмотр)
	рельсовые цепи	измерение, оценка (осмотр)
	светофоры	измерение, оценка (осмотр)
	указатели	измерение, оценка (осмотр)
	кабельная сеть	измерение, оценка (осмотр)
	очистка стрелок	измерение, оценка (осмотр)

Постовые устройства централизации

Таблица 3.6.2

Устройства централизации	Характеристика	Методы определения
Аппараты управления	ключевой системой	измерение, оценка (осмотр)
	механической системой	измерение, оценка (осмотр)
	электромеханической системой	измерение, оценка (осмотр)
	релейной системой	оценка (осмотр)
	релейно-процессорной системой, микропроцессорной системой	оценка (осмотр)
Электроснабжение	основное	измерение, оценка (осмотр)
	резервное	измерение, оценка (осмотр)
	ДГА, аккумуляторная батарея, УБП	измерение, оценка (осмотр)
Постовая аппаратура	реле	оценка (осмотр)
	трансформаторы	оценка (осмотр)
	питающие панели, стивы	измерение, оценка (осмотр)
	постовая кабельная сеть	измерение, оценка (осмотр)
	предохранители от перенапряжений	измерение, оценка (осмотр)
	система пожаротушения или охранно-пожарная сигнализация	измерение, оценка (осмотр)

Устройства железнодорожного переезда

Таблица 3.6.3

Устройства переезда	Характеристика	Методы определения
Переездная сигнализация	извещение на переезд	измерение
	переездные светофоры	измерение, оценка (осмотр)
	механические шлагбаумы	оценка (осмотр)
	электрические шлагбаумы	измерение, оценка (осмотр)
	устройства заграждения переезда (УЗП)	измерение, оценка (осмотр)
	заградительная сигнализация	измерение, оценка (осмотр)
	пульт управления	оценка (осмотр)
Электроснабжение	основное	измерение, оценка (осмотр)
	резервное	измерение, оценка (осмотр)
	аккумуляторная батарея	измерение, оценка (осмотр)
Кабельная сеть	кабели и оборудование	измерение, оценка (осмотр)
	кабельная трасса	оценка (осмотр)

Устройства автоблокировки

Таблица 3.6.4

Устройства автоблокировки	Характеристика	Методы определения
Сигнализация	светофоры	измерение, оценка (осмотр)
	указатели	оценка, оценка (осмотр)
Напольные устройства	рельсовые цепи	измерение, оценка (осмотр)
	релейные шкафы	измерение, оценка (осмотр)
	заземления	измерения, оценка (осмотр)
Электроснабжение	основное	измерение, оценка (осмотр)
	резервное	измерение, оценка (осмотр)
Кабельная сеть	кабели	измерение, оценка (осмотр)
	кабельная трасса	оценка (осмотр)
Контроль сошедших колесных пар	устройство для контроля	измерение, оценка (осмотр)

Устройства автоматического роспуска вагонов с горки

Таблица 3.6.5

Горочные устройства	Характеристика	Методы определения
Напольные устройства	светофоры	измерение, оценка (осмотр)
	стрелки горочной централизации	измерение, оценка (осмотр)
	электрические рельсовые цепи	измерение, оценка (осмотр)
	устройства защиты стрелок от перевода под подвижным составом	измерение, оценка (осмотр)
	вагонные замедлители и управляющая аппаратура	измерение, оценка (осмотр)
	железобетонные конструкции	оценка (осмотр)
Постовые устройства	аппараты управления	оценка (осмотр)
	аппаратура и приборы поста управления	измерение, оценка (осмотр)
Кабельная сеть	внутренний монтаж	измерение, оценка (осмотр)
	кабели	измерение, оценка (осмотр)
Электроснабжение	основное	измерение, оценка (осмотр)
	резервное	измерение, оценка (осмотр)
	аккумуляторная батарея	измерение, оценка (осмотр)
Другая аппаратура	компрессоры	измерение, оценка (осмотр)
	воздухопроводная сеть	оценка (осмотр)
	пневматическая почта	измерение, оценка (осмотр)

Пример системы информационная и принятия решений по инфраструктуре

