

Все составляющие этой задачи тесно связаны между собой и изменение любой из них неизбежно ведут к изменению остальных. Например, если мы хотим увеличить перевозочный процесс, то мы должны либо изменить систему обслуживания, либо согласиться с увеличением рисков. На современном этапе остро стоит вопрос оптимизации затрат на решение главной задачи перевозочного процесса.

Из этих трех составляющих перевозочный процесс определяется предъявляемыми к нему требованиями, рисками – социально-экономическими факторами. Поэтому реальная оптимизация затрат, как правило, возможна только в отношении системы обслуживания.

Для принятия обоснованных и эффективных решений по управлению железнодорожной инфраструктурой необходимо знать ее фактическое состояние, правильно определять тенденции развития, чтобы вкладывать ресурсы там и тогда, где и когда это действительно требуется. Помочь в этом может современная система диагностики, роль и место которой сейчас кардинально меняются.

Теперь основной целью диагностики, наряду с фиксацией отдельных нарушений, являющихся на безопасность движения, становится переход к непрерывному наблюдению за состоянием инфраструктуры – к ее мониторингу. Это позволяет на основе определения фактического состояния инфраструктуры осуществлять контроль динамики ее развития и перейти к прогнозированию момента перехода в предостерегаемое состояние с целью своевременного принятия мер по недопущению этого. Диагностика и мониторинг становятся активными компонентами инфраструктуры, непосредственно влияющими на ее качество и готовность к решению стоящих перед ней задач.

Можно выделить три составные части диагностики инфраструктуры железнодорожного транспорта как системы:

- нормативно-техническая документация – «правовое поле», на котором осуществляется функционирование всей системы диагностики и мониторинга;

- инструментальная база диагностики, которая осуществляет непосредственный контроль состояния объектов инфраструктуры в необходимом и достаточном объеме;

- интеллектуальным ядром системы диагностики и мониторинга становится информационно-аналитическая система, ведущая сбор, контроль кондиционности и достоверности, приведение к стандартному виду и синхронизацию получаемой информации, ее накопление и углубленный анализ.

Система должна обеспечивать объективной информацией в необходимом и достаточном объеме другие информационно-аналитические системы, системы технико-экономического анализа и принятия управленческих решений в целях эффективного управления инфраструктурой железнодорожного транспорта.

Говоря о нормативно-техническом обеспечении, необходимо отметить основной краеугольный принцип построения системы диагностики и мониторинга в целом, который должен быть отражен в нормативно-технической документации – принцип единства измерений. Необходимо разработать или уточнение технических регламентов на измерение параметров различных объектов железно-

# Система диагностики железнодорожной инфраструктуры: тенденции развития

**Главная задача любой транспортной системы: обеспечение заданного перевозочного процесса на заданном уровне рисков с заданной системой обслуживания.**

**Генеральный директор АО НПЦ ИНФОТРАНС Игорь Константинович Михалкин в своей статье рассказывает о тенденциях развития средств диагностики железнодорожной инфраструктуры и основных проектах, реализуемых компанией ИНФОТРАНС.**



рожной инфраструктуры. В этих регламентах должны быть даны четкие определения всех параметров, которые необходимо измерять и получать, условия выполнения измерений и их периодичность.

Возьмем самый простой пример. Что такое «Ширина колеи»? Путевой шаблон должен устанавливаться перпендикулярно рихтовочной нити, нерихтовочной, оси пути? Что такое «ось пути»? Ширина колеи – это кратчайшее расстояние между рельсами с учетом наклеев и износов или просто измеренное на определенном заглублении? От чего надо отсчитывать заглубление: от прямой, лежащей на рельсах, или от прямой, соединяющей середины головок рельсов. С точки зрения взаимодействия колеса и рельса более правильным является второй способ. Но измерения по-прежнему ведутся по ЦУПу от прямой, лежащей на рельсах.

В разных нормативах (РЖД, стран СНГ, Евросоюза) этот «простой» параметр трактуется по-разному. Даже в рамках Евросоюза у Deutsche Bahn есть свои особенности. Только по ширине колеи возникает много вопросов, а что делать с горизонтальными и вертикальными неровностями, характеризующиеся диапазонами длин волн, схемами измерения, стрелами изгиба или натурным представлением, а также правилами их обработки. Но нормативы используют разные оцениваемые параметры, которые впрямую сравнивать нельзя. Поэтому сравнение корректно вести только по допустимым скоростям движения. Мы провели расчеты предельно-допустимых скоростей движения на направлении Санкт-Петербург – Москва по нормативам РФ, Евросоюза и Deutsche Bahn. В целом можно сказать, что наши нормативы, как правило, более жесткие.

Наиболее проблемными с точки зрения измерения и оценки являются горизонтальные и вертикальные неровности рельсовых нитей. Каких только ходов и даже целых наборов ходов измерения не придумано! Симметричные хорды имеют нули, то есть существуют

длины волн, которые вообще не измеряются, какую бы амплитуду не имели, несимметричные хорды дают различные результаты в зависимости от ее ориентации. Оцениваемые длины неровностей делятся на поддиапазоны со своей оценкой в каждом. Сама оценка имеет ступенчатый характер, что приводит, например, к тому, что горизонтальная неровность длиной 20 м может быть опасной, а длиной 21 м вне зависимости от ее амплитуды – вообще не оценивается.

В то же время в основе нормативов лежит взаимодействие колеса и рельса. Сейчас есть возможность получать горизонтальную и вертикальную кривизну в каждой точке рельса. Кривизна – абсолютный параметр, он не имеет смещений, нулей, его не надо делить на поддиапазоны. Зная установленную скорость, всегда можно оценить ускорения, действующие в точках контакта колеса с рельсом.

создания универсальной методики оценки, в которой по определенному отсутствию поддиапазонов длин неровностей и градиции их амплитуд, а есть только предельная безопасная скорость движения для различного вида подвижного состава.

В Европейских нормативах подобная попытка предпринята. EN 15302 определяет требования по контролю такого экзотического для нас параметра, как эквивалентная конусность. Этот параметр связывает в единое целое профили колес подвижного состава, поперечные сечения головок рельсов и ширину колеи и на основе этого определяет комфортность движения колесной пары в колее. При плохой конусности на большой скорости происходит соударения гребней колес с рабочей гранью рельсов и чем выше скорость, тем больше горизонтальные силы. На малых скоростях в каждом конкретном случае

нормативную документацию, дать максимально корректное определение параметров, опирающееся на научно-техническое, физическое описание объектов, а не на имеющиеся средства измерений. Нормативно-техническая документация должна приспосабливаться к тому, что и как могут измерять разработчики систем диагностики, а разработчики систем диагностики должны измерять то, что требуется для корректного представления состояния технических объектов железнодорожной инфраструктуры!

В современную систему диагностики должны включаться только те инструментальные средства, которые обеспечивают измерение параметров в соответствии с едиными техническими регламентами. Выполнение этих требований должно неукоснительно обеспечиваться всеми разработчиками, какими бы методами, датчиками, схемами измерения и методы обработки они

*До последнего времени основным назначением диагностики являлось обеспечение безопасности движения. В настоящее время интенсивное развитие возможностей диагностики, с одной стороны, и бережливое отношение к ресурсам инфраструктурных подразделений и их рациональное использование, с другой стороны, ставят перед диагностикой новую цель – обеспечение рационального и эффективного содержания инфраструктуры на основе ее фактического состояния.*



ИИС «ИНФОТРАНС-Ласточка»

Далее... Разработана методика определения угла набегания колеса на рельс. Измеряются поперечные профили рельсов. Если задаться профилями колес, то в результате появляется возможность определить предельно-допустимую скорость движения из условия невыкашивания колеса на рельс для наихудшего случая, когда в точке контакта отсутствует лубрикат. Таким образом, уже сейчас есть все возможности для

влияние эквивалентной конусности мало, но на грузонапряженных участках со временем также может вести к расстройству пути и появлению дефектов в рельсах. Существующие параметры и методики их оценки сформировались в соответствии с имевшимися возможностями измерения. С появлением современных средств диагностики и новых методических возможностей необходимо актуализировать нормативно-тех-

не использование. Выполнение принципа единства измерений должно быть одним из основных критериев при сертификации диагностических средств и последующем принятии решения о возможности их применения на сети железных дорог.

Инструментальную базу диагностики составляют:

- мобильные средства (специализированные, многофункциональные);

- ручные средства (съёмные);
- стационарные.

Мобильные средства диагностики, задействованные в системе диагностики и мониторинга, должны быть оптимизированы по своему составу, периодичности работы с целью обеспечения системы диагностики и мониторинга информацией о фактическом состоянии инфраструктуры в необходимом и достаточном объеме для прогнозирования ее развития и своевременного принятия эффективных управленческих решений.

Основными задачами ручных средств должны стать обеспечение единства измерений, многофункциональность, автоматизация получения результатов в реальном времени и нацеленность на максимальную поддержку технологических процессов содержания инфраструктуры. Приемная вновь уложенного пути, пути после всех видов ремонтов с формированием паспорта участка – еще одна область применения подобных средств диагностики.

Стационарные средства диагностики также должны быть максимально автоматизированы и информационно интегрированы в общую Систему диагностики и мониторинга.

К вновь создаваемым мобильным средствам диагностики предъявляются жесткие требования, чтобы они были интегрированы в современную систему диагностики. Это многофункциональность, высокая степень автоматизации, облегчающая работу оператора со сложным оборудованием и дающая возможность перехода вообще к безлюдным технологиям, высокие точности измерения, дистанционная передача данных, обеспечивающая оперативность принятия решений, диагностика в условиях реального взаимодействия инфраструктуры и подвижного состава.

Впервые возможность контроля пути в условиях реального взаимодействия с составом была реализована на самоходной путеисследовательской лаборатории на базе электровагона ЧС200. Затем на базе тепловоза 2ТЭ116 была создана самоходная многофункциональная диагностическая лаборатория, которая уже более пяти лет успешно работает на Восточном полигоне. Применение современных технических решений позволило в ограниченном пространстве одной секции локомотива реализовать максимальную функциональность, аналогичную двухвагонным диагностическим комплексам «ЭРА».

Совместный проект ОАО «РЖД», ИНФОТРАНС и «Сименс АГ» – проект «ИНФОТРАНС-ВЕЛАРО Рус» открыл новый класс средств диагностики – класс автономных средств. Впервые диагностическое оборудование было установлено на обращающемся высокоскоростном пассажирском электровагоне. Установка выполнена без вмешательства в штатные системы вагона и с сохранением всех пассажирских мест. Высокие точности и полная автоматизация всех процессов управления, измерения, обработки и анализа информации без участия оператора обеспечивают полностью объективность и достоверность получаемых данных, необходимых для контроля особо ответственных высокоскоростных направлений.

Такой подход позволяет вести диагностику вообще без нагрузки на перевозочный процесс. При этом обеспечивается высокая периодичность контроля состояния высокоскоростных магистралей в условиях реального взаимодействия

мационно-аналитическая система – интеллектуальное ядро системы диагностики, которая аккумулирует данные от всех средств диагностики. Она, в свою очередь, служит информационной подложкой для других информационно-аналитических систем, систем технико-экономического анализа и принятия управленческих решений в целях эффективного управления инфраструктурой железнодорожного транспорта.

Информационно-аналитическая система диагностики и мониторинга «ЭКСПЕРТ» обеспечивает



Многофункциональный диагностический комплекс для московского метрополитена

ствия высокоскоростного подвижного состава с инфраструктурой. Все это вместе дает возможность вести эффективный мониторинг и прогнозирование развития инфраструктуры в целях заблаговременного предупреждения и недопущения ее перехода в опасное состояние.

Дальнейшим развитием этого проекта стал совместный проект ОАО «РЖД», НПЦ ИНФОТРАНС и ООО «Уральские локомотивы», ИИС «ИНФОТРАНС-Ласточка» отличается широкая номенклатура установленных систем, необходимых для эффективной и достаточной диагностики состояния железнодорожной инфраструктуры. Это системы контроля состояния геометрии пути и рельсов и видеодиагностика верхнего строения пути с автоматической расшифровкой видеоанализа, контроля контактной сети, система пространствен-

## Мониторинг и прогнозирование развития состояния инфраструктуры



ного сканирования и обзорного видеонаблюдения. Кроме этого, так как ИИС «ИНФОТРАНС-Ласточка» является бесконтактной, то она выполняет измерения и на стрелочных переводах. Сейчас ведутся работы по контролю стрелочных переводов на основании обработки данных ИИС.

Московский метрополитен заказал для решения своих задач, наверное, самый «навороченный» диагностический комплекс, который проверяет все, что можно. Там есть даже система контроля экологических параметров,

включая радиационный контроль. Комплекс изготовлен на базе автотрактора и может работать как в графике, так и в ночное время.

В следующем году «РЖД» ставит задачу по производству многофункциональных вагонолабораторий. В состав систем наряду со всеми остальными системами включена даже система ультразвуковой дефектоскопии.

ИНФОТРАНС осуществляет постоянное развитие мобильных средств диагностики. От двухвагонного диагностического комплекса «ЭРА» – к «Ласточке», близкой по функциональности, но полностью автономной и занимающей минимум места в пассажирском вагоне. Фактически – это диагностический робот, требующий минимума обслуживания и дающий максимум информации.

Третьей составляющей системы диагностики является инфор-

сбор, контроль кондиционности и достоверности, приведение к стандартному виду и синхронизацию получаемой со средств диагностики информации, ее накопление и углубленный анализ. Возможности, заложенные в систему, позволяют хранить информацию о состоянии технических объектов инфраструктуры на всем жизненном цикле, начиная с проекта.

Для системы «ЭКСПЕРТ» уже разработан целый ряд внешних приложений, которые на основе данных диагностики на горизонте в несколько лет определяют состояние пути по его геометрии и состоянию скреплений, стабильности балластной призмы и земляного полотна, разработана система комплексной оценки состояния бесстыкового пути, мониторинга бокового износа и анализа его причин, реализовано программное обеспечение планирования плано-

вого обслуживания.