

Техническое диагностирование и мониторинг состояния устройств ЖАТ

Одной из важнейших мер, необходимых для поддержания заданного уровня надежности и безопасности функционирования устройств железнодорожной автоматики и телемеханики (ЖАТ), является организация технического диагностирования и мониторинга (ТДМ) их состояния. ТДМ может проводиться с помощью различных методов и средств, существенно эволюционировавших в течение последних 20 лет. Ниже рассматриваются концепция ТДМ, стратегии, этапы их развития и перспективы.



А. А. Лыков,
канд. техн. наук, доцент, зам. зав. кафедрой
«Автоматика и телемеханика на железных
дорогах» Петербургского государственного
университета путей сообщения (ПГУПС)



Д. В. Ефанов,
канд. техн. наук, ассистент кафедры
«Автоматика и телемеханика на железных
дорогах» ПГУПС



С. В. Власенко,
канд. техн. наук, доцент кафедры «Автоматика
и телемеханика» Омского государственного
университета путей сообщения (ОМГУПС)

В инфраструктуре железных дорог системы железнодорожной автоматики и телемеханики (СЖАТ) занимают особое место, поскольку с их работой непосредственно связана эффективность перевозочного процесса. Отказы устройств ЖАТ могут серьезно влиять на безопасность движения, становясь причиной не только задержек и простоев поездов, но и аварий, а в худших случаях крушений. Таким образом, надежную работу устройств и систем ЖАТ необходимо обеспечить на всех этапах их эксплуатации.

Жизненный цикл устройств ЖАТ включает в себя разработку, проектирование, внедрение, опытную и постоянную эксплуатацию, а также исключение устройства из процесса функционирования при выработке ресурса или в результате необратимых дефектов. Одним из наиболее важных условий эксплуатации является поддержание в норме рабочих характеристик устройств. Наиболее значимыми в этом отношении являются показатели безотказности устройств ЖАТ. Например, отказ, связанный с появлением ложного запрещающего огня светофора автоблокировки, снижает пропускную способность железнодорожной линии.

На железных дорогах мира с целью поддержания правильного функционирования устройств ЖАТ применяются различные меры по техническому обслуживанию (ТО). Техническое состояние устройств ЖАТ может быть оценено как обслуживающим персоналом (ручное диагностирование), так и самим устройством при наличии средств встроенного диагностирования (автоматическое диагностирование).

Подходы к процессу ТО на железных дорогах Западной Европы и в России различны. Эта разница определяется общим уровнем автоматизации технологических процессов, компьютеризации управления движением поездов и возможностями автоматического определения технического состояния устройств ЖАТ. Использование микропроцессорной техники позволяет организовать встроенное диагностирование устройств, тем самым исключается необходимость дополнительных измерений, производимых техническим персоналом.

Географическое положение России, многообразие климатических условий, в которых функционируют устройства и инженерные сооружения, сравнительно низкая скорость внедрения микропроцессорной техники, а также повсеместное использование релейной техники для обеспечения перевозочного процесса обуславливают тот факт, что для поддержания безотказной работы устройств применяется ТО с высокой степенью участия человека [1]. Развитие встраиваемых (интегрируемых) и надстраиваемых (внешних) средств ТДМ позволяет автоматизировать процесс определения технического состояния устройств ЖАТ и вывести ТО на новый уровень.

Системы непрерывного контроля как метод повышения надежности СЖАТ

Чем дольше функционирует устройство ЖАТ, тем выше становится вероятность возникновения его отказа, следовательно, растет и риск нарушения безопасности движения поездов. С целью предотвращения отказов организуются мероприятия по диагностированию устройств ЖАТ: либо с участием человека, либо в автоматическом режиме.

Благодаря современным технологиям снижается влияние человеческого фактора на результат процесса определения технического состояния, при этом решаются следующие задачи:

- определение технического состояния объекта;
- поиск места и определение причин неисправности;
- прогнозирование технического состояния объекта [2].

Более того, автоматическое диагностирование позволяет организовать непрерывный контроль за функционированием устройств ЖАТ, что увеличивает возможности по фиксации отклонений в их работе от допустимых норм. Это достигается за счет использования дополнительных средств контроля, которые могут быть интегрируемыми или надстраиваемыми.

Интегрируемые средства ТДМ присущи современной компьютерной технике, они являются встраиваемыми в сами комплексы управления процессами перевозок на железнодорожных линиях,



Рис. 1. Стратегии ТДМ на железных дорогах мира

снабжаются развитыми средствами самодиагностирования и самоконтроля. При этом процесс поддержания работоспособного состояния объектов ЖАТ сводится к устранению дефектов по мере их возникновения, т. е. осуществляется так называемое обслуживание по фактическому состоянию.

Другой подход к ТДМ — это постановка внешних датчиков контроля состояния устройств ЖАТ и объединение их в сеть с целью непрерывного контроля и мониторинга с возможностью логического анализа в автоматизированном режиме возникающих технологических ситуаций.

Возможно также комплексное использование обоих подходов.

Таким образом, существует две стратегии ТДМ: первая характерна для большинства стран ЕС, а вторая — для стран СНГ (рис. 1).

Обе стратегии позволяют реализовать основную концепцию ТДМ, суть которой состоит в том, что повышение отказоустойчивости и ремонтпригодности устройств ЖАТ достигается за счет непрерывного процесса диагностирования, обработки и автоматизированного анализа получаемой информации от объектов контроля.

Получение информации о состоянии устройств ЖАТ, измерения их необходимых рабочих параметров возможны при реализации обеих стратегий, при этом влияние контрольной аппаратуры на безопасность функционирования устройств ЖАТ исключается за счет использования пассивных средств диагностирования. В восточноевропейском подходе невозможен контроль всех необходимых параметров, а уровень контроля не всегда сводится к определению конкретного отказавшего элемента или узла. Западноевропейская стратегия подразумевает использование в первую очередь микропроцессорной техники, на железных дорогах СНГ же больше применяется техника релейная, и поскольку отказ от нее в ближайшее время невозможен, необходимо использовать средства внешнего диагностирования. Западноевропейская стратегия не предполагает использование отдельных датчиков съема и устройств обработки информации, поэтому дополнительные затраты на строительство устройств ТДМ исключаются. Подход к организации контроля состояния устройств ЖАТ в СНГ требует, помимо указанных затрат, расходов на ТО самих устройств ТДМ, а также организацию сервисных центров обслуживания и поддержки.

Использование интегрируемых средств диагностирования

В то время как в релейных централизациях для диагностирования постового и напольного оборудования в основном используются релейные схемы (они служат, например, для контроля изоляции внутрипостового монтажа, уровня напряжений в фидерах, состояния кабеля тональных рельсовых цепей и удаленных светофоров) или наложенные на них дополнительные полупроводниковые схемы, модули управления и контроля микропроцессорных централизаций принимают эти задачи на себя, и, помимо сбора данных о логическом состоянии объекта (стрелка в плюсовом/минусовом положении, сигнал открыт/закрыт, участок занят/свободен), получают дополнительный объем диагностической информации.

Например, модули управления сигналами определяют не только обрыв, но и понижение потребляемого тока как следствие выхода из строя определенного числа светодиодов в светодиодных светооптических системах, повышение потребляемой мощности как признак токовых утечек между проводами, снижение сопротивления жил по отношению к земле как ухудшение изоляции всего кабеля и многое другое. Модули увязки с переездом выдают информацию о состоянии аккумуляторных батарей, электрических шлагбаумов, а также данные об исправности световых и звуковых сигналов на переезде. Модули управления стрелками регистрируют и архивируют, помимо данных о состоянии кабеля, данные о токе и времени перевода стрелки, а также информацию об изменении переходных сопротивлений в контактах автопереключателя в процессе контроля положения стрелки.

При необходимости систему можно расширить, добавив специальные модули, например — для диагностирования состояния стрелок станции по автоматическому анализу токовых осциллограмм, получаемых при их переводе. Результаты этого анализа, совместно с информацией о движении поездов, поступают в центр управления перевозками. Благодаря этому для передачи диагностических данных не требуется дополнительных каналов связи, а фильтрация поступающей информации осуществляется на уровне паролей доступа к сетевым данным.

Таким образом, ответственный за ТО СЖАТ на дороге может просмотреть информацию о техническом состоянии каждого из устройств сигнализации, централизации и блокировки (СЦБ) с любого компьютера, подключенного к сети; начальнику участка доступны данные об относящихся к нему объектах с любого из компьютеров, расположенных на участке, а электромеханик СЦБ может получить информацию только о своей станции со специального ноутбука, расположенного на посту МПЦ (рис. 2).

С целью снижения нагрузок на работу движущего аппарата дежурные по станции (ДСП) и диспетчеры (ДНЦ) информируются только о критических отклонениях в работе устройств, требующих безотлагательного оповещения электромехаников СЦБ.

Структура систем диагностирования, совмещенных с системами управления поездной работой, представлена в табл. 1.



Рис. 2. Компьютер электромеханика СЦБ для диагностирования напольных и постовых устройств МПЦ в системе Simis IS

Таблица 1. Структура систем управления поездной работой и диагностирования на железных дорогах Германии

Место размещения	Оснащение для управления перевозками	Оснащение для технического диагностирования СЖАТ
Центр управления перевозками	Рабочие места ДСП и ДНЦ	Диагностический компьютер службы СЦБ
Пост МПЦ	Резервное рабочее место ДСП	Диагностический компьютер электромеханика СЦБ

Надстраиваемые средства диагностирования и системы мониторинга

История развития

Надстраиваемые средства ТДМ объединяются в сеть, образуя системы ТДМ (СТДМ). Их необходимость диктуется несколькими факторами: наличием большого числа релейной техники, низким уровнем компьютеризации систем управления движением поездов, отсутствием перспектив к быстрой (в течение ближайших 5–10 лет) масштабной модернизации ЖАТ, существующим подходом к организации ТО устройств ЖАТ, включающим в себя профилактическую работу с некоторой периодичностью (речь идет о так называемом планово-предупредительном методе ТО; результат работ по ТО в этом случае часто предсказуем и вызывает у обслуживающего персонала соблазн некачественно выполнить свои обязанности). Внедрение СТДМ в целом позволяет повысить качество работы устройств ЖАТ.

СТДМ являются результатом эволюции систем диспетчерского контроля (ДК), первые патенты на которые появились за рубежом еще в 1935 г., а спустя чуть более 10 лет подобные системы возникли и на железных дорогах СССР [3]. В системы ДК того времени (ДК-ЦНИИ-49, БДК-ЦНИИ-57, ЧДК) был заложен принцип передачи дискретной информации о состоянии технических объектов: они позволяли контролировать состояние участков пути и поездных светофоров и передавать получаемую информацию поезвному диспетчеру. Развитие систем ДК ограничивалось только модернизацией элементной базы и расширением количества контролируемых объектов.

Скачок в качественном развитии этих систем произошел в 1990-е гг. — в период активной эволюции микропроцессорной техники. Тогда делаются первые попытки организации получения си-



Рис. 3. Иерархическая структура СЖАТ

стемами контроля аналоговой измерительной информации от объектов ЖАТ — прежде всего, информации об измерении напряжений в рельсовых цепях, сопротивлении изоляции жил кабеля и пр. Это и стало предпосылкой возникновения современных СТДМ, способных не только получать дискретную и аналоговую информацию, но и логически в автоматизированном режиме ее обрабатывать [4]. К началу 1990-х гг. советские ученые в области ЖАТ начали активную работу по совершенствованию средств непрерывного контроля, а в 1997 г. появились первые современные СТДМ [5].

СТДМ занимают верхний иерархический уровень, являясь надстройкой над существующими системами управления движением поездов на железнодорожных линиях, образуя целый класс СЖАТ (рис. 3). С помощью СТДМ не только осуществляется непрерывный контроль состояния устройств ЖАТ, но и автоматизируется целый ряд работ по их ТО. Таким образом, СТДМ — это надстройка и в сфере контроля состояния, и в сфере совершенствования методов ТО.

Повышая надежность и безопасность перевозочного процесса, СТДМ решают и такие задачи, как:

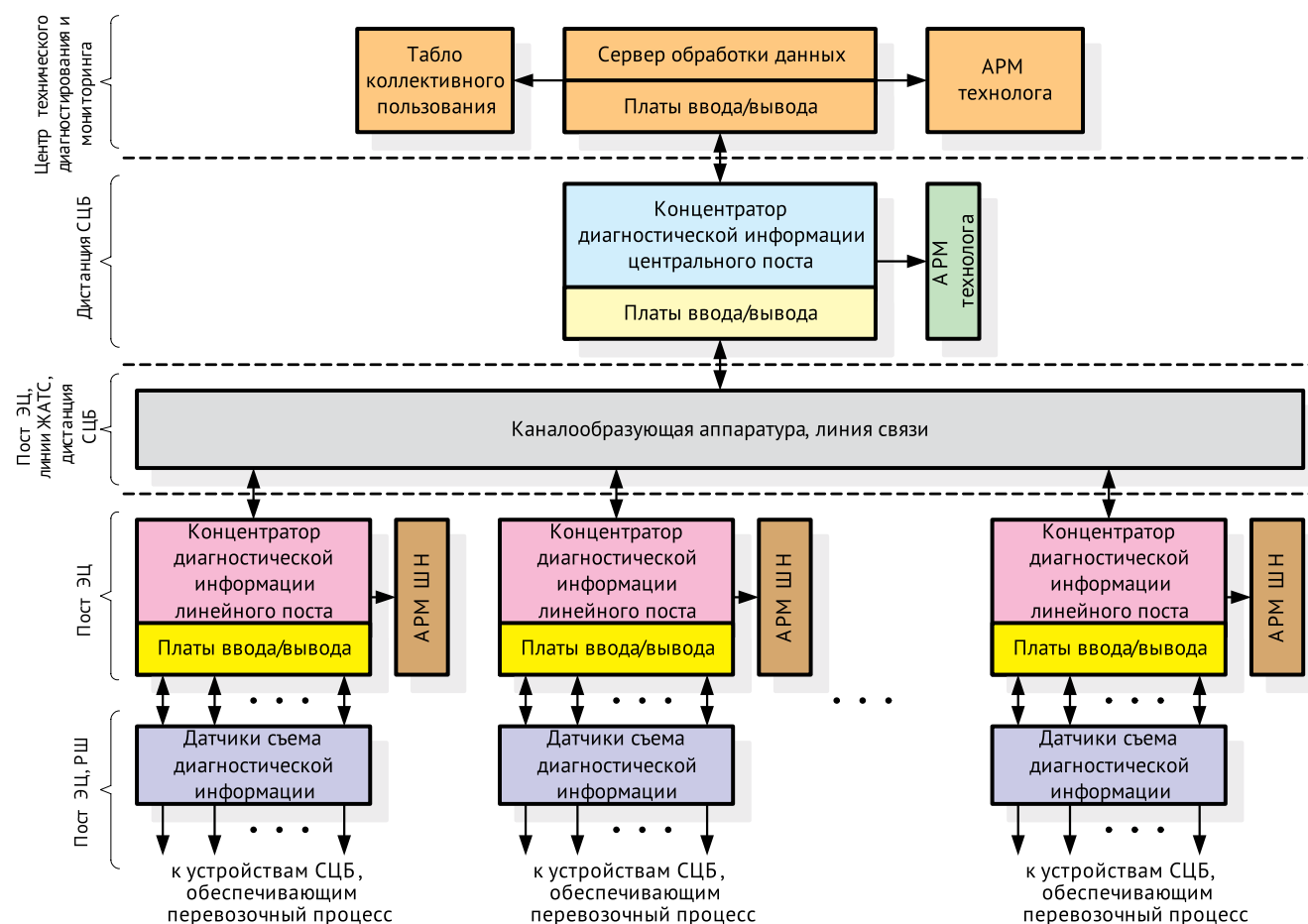


Рис. 4. Организационная структура СТДМ

- сокращение доли отказов (благодаря фиксации их на стадиях зарождения, т. е. на стадиях предотказных состояний);
- контроль качества выполнения ТО, а в некоторых случаях и автоматизация выполнения ТО;
- в случае возникновения неисправностей сокращение времени на их поиск и на восстановление работоспособного состояния устройств ЖАТ.

Виды систем

Наибольшее распространение на сети железных дорог РФ получили следующие СТДМ:

- Аппаратно-программный комплекс диспетчерского контроля (АПК-ДК), разработанный отраслевой научно-исследовательской лабораторией кафедры «Автоматика и телемеханика на железных дорогах» Петербургского государственного университета путей сообщения (ПГУПС) совместно с ООО «КИТ»;
- Автоматизированная система диспетчерского контроля (АСДК), разработанная совместно институтом «Гипротрансиналсвязь» и ООО «Сектор»;
- Автоматизированная система диагностирования и контроля устройств сигнализации, централизации и блокировки (АДК-СЦБ), разработчик — НПП «Югпромавтоматизация»;
- Аппаратно-программный комплекс диспетчерского контроля (АПК-ДК), разработанный отраслевой научно-исследовательской лабораторией кафедры «Автоматика и телемеханика на железных дорогах» ПГУПС совместно с ЗАО «МГП «ИМСАТ».

Особо стоит упомянуть систему контроля и автоматизации процессов на сортировочных горках — контрольно-диагностический комплекс станционных устройств СЦБ горочной зоны (КДК СУ ГАЦ). Данная система, разработанная Ростовским филиалом ОАО «НИИАС», помимо функций автоматизации, выполняет функции диагностирования устройств.

Все СТДМ отличаются сходной организационной структурой: любая из них строится по многоуровневому принципу (рис. 4). На уровне зарождения диагностической информации датчики снимают данные о состоянии контролируемых устройств. Фактически информация от каждого датчика не поступает в обработку непрерывно — датчики опрашиваются с некоторым периодом. Однако мониторинг можно считать непрерывным, поскольку совокупное время наблюдения за объектами во много раз превышает период опроса датчиков.

Получаемая от устройств информация поступает в концентратор, расположенный, как правило, на посту электрической центра-



Рис. 5. Центр мониторинга Октябрьской железной дороги

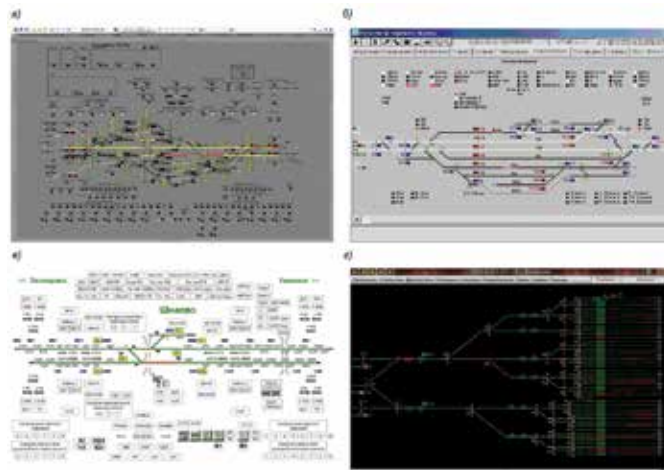


Рис. 6. Окна отображения диагностической информации в различных СТДМ: а) АПК-ДК СТДМ; б) АСДК; в) АДК-СЦБ; г) КДК-СУ.

лизации, где она обрабатывается и передается в тракт передачи данных и далее — на концентратор центрального поста, расположенный в здании дистанции СЦБ.

Концентратор центрального поста принимает, обрабатывает и архивирует данные, отсюда же происходит их последующая передача на дорожный сервер мониторинга.

Для анализа собранных данных о техническом состоянии устройств и организации оперативного реагирования на возникновение неисправностей в пределах всей дороги организуется центр мониторинга (ЦМ), технологи которого решают эти задачи [5; 6]. В обязанности технологов ЦМ и дистанций СЦБ входит, помимо работы по анализу диагностической информации, координация действий технического персонала по обслуживанию устройств ЖАТ.

На Октябрьской железной дороге в 2007 г. специалистами ПГУПС совместно с ОАО «РЖД» был создан первый ЦМ (рис. 5), что позволило на 60 % сократить число отказов на магистрали Санкт-Петербург — Москва за период его эксплуатации [7].

В конце первого десятилетия нынешнего века были построены также ЦМ Северо-Кавказской, Западно-Сибирской, Московской, Куйбышевской и Горьковской железных дорог. Строится ЦМ Северной железной дороги. ЦМ строились после СТДМ, поэтому к моменту их создания на дороге могли функционировать различные системы ТДМ и ДК с различными принципами отображения и обработки диагностических данных. Например, на рис. 6 приведены окна отображения диагностической информации со специализированным программным обеспечением.

В случае использования сразу нескольких систем контроля в пределах дороги или дистанции построение ЦМ усложняется, так как требуется унификация данных: количества состояний индикаторов объектов контроля, единиц измерения параметров, наименования технологических ситуаций. К примеру, передача данных от объектов контроля на сортировочной горке на станции Бекасово-Сортировочное Московской железной дороги была организована между системами КДК-СУ и АПК-ДК.

Средство отображения диагностических данных

В качестве средства отображения диагностической информации используют автоматизированное рабочее место (АРМ) с установленным на него специальным программным обеспечением — комплексом задач «Мониторинг» (рис. 7). Помимо этого



Рис. 7. Автоматизированное рабочее место технолога

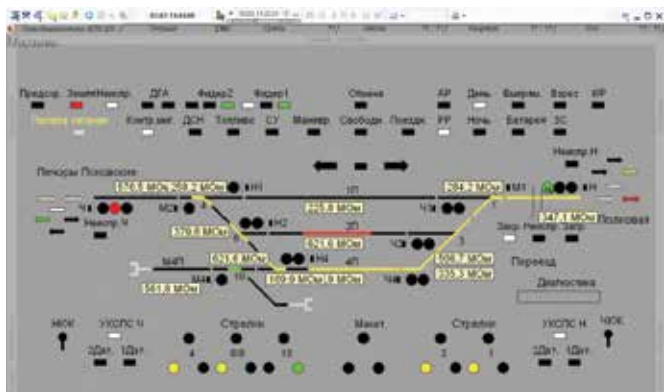


Рис. 8. Отображение станции в комплексе задач «Мониторинг»



Рис. 9. Отображение управляющего вычислительного комплекса УВК-РА системы ЭЦ-ЕМ в комплексе задач «Мониторинг»

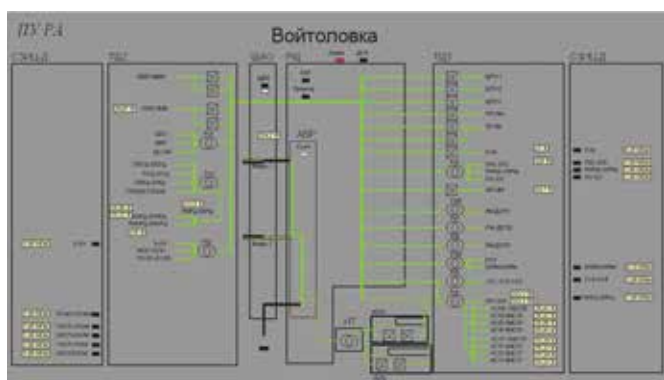


Рис. 10. Отображение электропитающей установки в комплексе задач «Мониторинг»

в ЦМ установлено табло коллективного пользования, где отображаются основные показатели состояния устройств ЖАТ (рис. 5). Информация на нем (а также и на любом АРМ) может масштабироваться и отображаться в виде мнемосхемы всей сети железных дорог России, одной дороги, конкретной дистанции СЦБ, определенного участка, той или иной станции (перегона).

Простейшим звеном является отображение станции (перегона). В окне станции (рис. 8) индицируется состояние устройств ЖАТ (наличие электропитания, режим горения сигналов, контроль предохранителей и сигнализаторов заземления и т. д.), мнемосхема путевого развития со всеми устройствами ЖАТ (повторителями светофоров, границами рельсовых цепей, устройствами ограждения и пр.) с указанием их технического состояния и численными данными измерений.

В виде специальных окон, всплывающих при двойном щелчке по наименованию объекта на отображении станции или перегона, представлены сложные объекты контроля: управляющий вычислительный комплекс микропроцессорной централизации (рис. 9), электропитающая установка (рис. 10), состояние самих устройств СТДМ (самодиагностирование) (рис. 11) и пр. Условными обозначениями показаны взаимосвязи устройств и их техническое состояние. При этом система отображения разработана с учетом психологического воздействия на технолога (например, зеленый цвет означает исправное состояние устройств,

желтый — предотказное состояние, а красный — состояние потери работоспособности).

Элементная база систем контроля

Элементная база СТДМ включает в себя датчики съема диагностической информации, каналообразующую аппаратуру и аппаратуру сбора, обработки и хранения данных. Эта аппаратура применяется и в других отраслях техники. Датчики же разработаны специально для применения в железнодорожных СТДМ и условно классифицируются по характеру контролируемого параметра:

- датчики съема дискретной информации (контроль положения стрелок, включения разрешающего огня светофора, наличия электропитания на станции и пр.);
- датчики съема непрерывной информации (измерительная информация о токе перевода стрелки, о напряжении на путевых реле, об угле сдвига фаз напряжения и пр.);
- универсальные датчики, обеспечивающие получение как дискретной, так и непрерывной информации.

Достоверность диагностической информации подтверждается использованием сертифицированных датчиков, экспериментальными данными при пуско-наладочных работах и в процессе проектирования датчиков, а также калибровкой устройств и каналов передачи данных. На рис. 12 приводится внешний вид некоторых датчиков СТДМ.

Программное обеспечение концентраторов, производящих опрос датчиков, разрабатывается фирмами — производителями СТДМ.

Техническое обслуживание устройств контроля

Эксплуатация новой аппаратуры обусловила необходимость модернизации инструкции по обслуживанию устройств

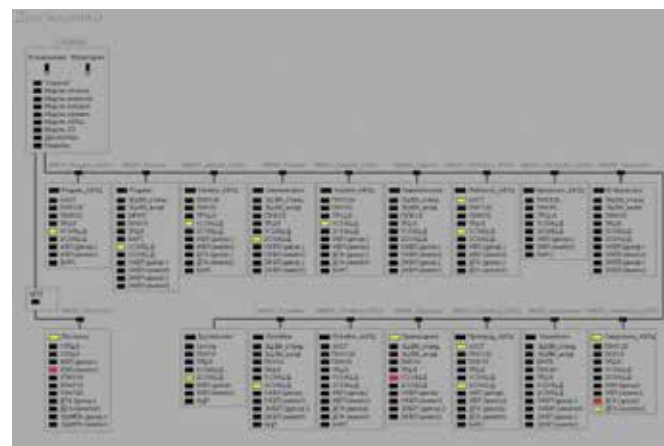


Рис. 11. Самодиагностирование устройств СТДМ



Рис. 12. Внешний вид датчиков СТДМ

ЖАТ, куда были включены и работы по поддержанию работоспособности устройств СТДМ [8].

Кроме того, постоянная модификация СТДМ как на аппаратном, так и на программном уровнях потребовала создания сервисных центров обслуживания устройств и программного обеспечения СТДМ, организуемых разработчиками. Они производят наращивание программного обеспечения (добавление новых функций по обработке данных, внедрение новых объектов контроля, корректировка существующего программного обеспечения), вносят в него требуемые исправления, а также анализируют возникающие диагностические ситуации.

Достоинства, недостатки и перспективы развития средств контроля

Основными достоинствами СТДМ являются:

- организация непрерывного контроля состояния устройств ЖАТ с индикацией отклонений от норм;
- простота сопряжения с микропроцессорными ЖАТ;
- возможность наращивания программного обеспечения;
- контроль качества проведения ТО;
- создание предпосылок для перехода к новым методам обслуживания устройств.

Недостатки СТДМ с возможными вариантами их ликвидации сведены в табл. 2.

Заключение

Использование средств ТДМ (как внешних, так и внутренних) позволяет повысить уровень надежности ЖАТ. Дальнейшее развитие СТДМ связано с устранением их недостатков, рассмотренных выше, а также с расширением сферы контроля от устройств ЖАТ до других объектов инфраструктуры железных дорог (железнодорожное полотно, контактная сеть, путепроводы, мосты, тоннели, здания и пр.) — например, в [9] рассматриваются мероприятия по ТДМ искусственных сооружений линий железных дорог, а в [10] — контактной сети. При этом датчики могут быть разнообразными для каждого элемента инфраструктуры, а сети передачи данных, каналобразующая аппаратура и верхний уровень – одинаковыми для всех. Информация может поступать на АРМ различных служб (энергетики, пути, автоматики и телемеханики и пр.), при правильной организации распределения диагностической информации можно добиться повышения качества их взаимодействия. ■

Литература

1. Брейдо А. И., Овсянников В. А. Организация обслуживания железнодорожных устройств автоматики и связи. М.: Транспорт, 1983. 209 с.
2. ГОСТ 20911-89 Техническая диагностика. Термины и определения / Введ. 01.01.1991. М.: Издательство стандартов, 1989. 34 с.
3. Сороко В. И., Кайнов В. М., Казиев Г. Д. Автоматика, телемеханика, связь и вычислительная техника на железных дорогах России: Энциклопедия в 2 т.: т. 1 / под ред. В. И. Сороко. М.: НПФ «Планета», 2006. 736 с. ISBN 5-901307-13-5.
4. Ефанов Д. В. О методе выявления логических ситуаций в системах технической диагностики и мониторинга устройств железнодорожной автоматики и телемеханики // Вестник Ростовского государственного университета путей сообщения. 2010. № 4. С. 66–71.
5. Нестеров В. В., Першин Д. С. Центр диагностики и мониторинга устройств ЖАТ // Автоматика, связь, информатика. 2009 № 1. С. 29–31.
6. Сепетый А. А. Диагностика и мониторинг на Северо-Кавказской дороге // Автоматика, связь, информатика. 2008. № 6. С. 6–9.
7. Шабалин А. Н. Результаты использования и перспективы развития передовых технологий обслуживания устройств ЖАТ // Автоматика и телемеханика на железнодорожном транспорте. Сб. докл. V Междунар. науч.-практ. конф. «Транс ЖАТ-2010». Ростов н/Д. 2010. ISBN 978-5-888-297-4. С. 81–89.
8. Инструкция по технической эксплуатации устройств и систем сигнализации, централизации и блокировки (СЦБ) / ЦШ-720-09. 2009. 99 с.
9. Долинский К. Ю., Лыков А. А., Соколов В. Б., Соколов В. А., Осадчий Г. В. Реализация системы непрерывной диагностики и мониторинга состояния путепроводов на участке высокоскоростного движения поездов // Промышленное и гражданское строительство. 2010. № 11. С. 34–35.
10. Долинский К. Ю., Лыков А. А., Соколов В. Б., Соколов В. А., Осадчий Г. В. Система удаленного мониторинга состояния железнодорожной контактной сети //Транспорт Российской Федерации. 2010. № 5. С. 44–47.

Таблица 2. Недостатки внешних средств контроля и перспективы их развития

№	Недостатки СТДМ	Последствия	Перспективы ликвидации
1	Недостаточная полнота и глубина контроля некоторых устройств ЖАТ	Непосредственное влияние на предотвращение неисправностей, а в случае возникновения отказов на время их поиска	Анализ возможностей СТДМ и разработка технических решений по установке датчиков контроля в необходимые узлы систем ЖАТ
2	Низкое качество работы каналобразующей аппаратуры СТДМ	Потеря данных о состоянии устройств ЖАТ	Применение современных компьютерных технологий, а также резервирование трактов передачи данных
3	Низкий уровень автоматизации процесса ТО и процесса обработки диагностической информации	Требуется создание дополнительного эксплуатационного штата в дистанциях СЦБ и ЦМ	Развитие средств логической обработки диагностической информации средствами СТДМ
4	Наличие специального программного обеспечения и большого количества датчиков съема диагностической информации	Необходима постоянная сервисная поддержка разработчиком	Создание малообслуживаемых СТДМ с самопроверяемыми датчиками съема данных
5	Выявление большого числа ложных предотказных состояний	Нецелесообразное использование трудовых ресурсов дистанций СЦБ и ЦМ	Исследования в области определения предотказных состояний различных устройств ЖАТ