

Боднарь Б. Е., д. т. н, проф., первый проректор, зав. кафедрой «Локомотивы»,  
Очкасов А. Б., к. т. н., доц., доцент кафедры «Локомотивы»,  
Боднарь Е. Б., к. т. н., доц., доцент кафедры «Локомотивы»,  
Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта им.  
акад. В. Лазаряна

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДИАГНОСТИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ ПРИ РАЗРАБОТКЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНИЧЕСКИМ СОСТОЯНИЕМ ЛОКОМОТИВОВ**

Проблема разработки современной автоматизированной системы управления локомотивным парком, которая наряду с отслеживанием местонахождения и контролем состояния подвижного состава обеспечивала бы возможность планирования технического обслуживания и эксплуатации подвижного состава является актуальной проблемой для локомотивного хозяйства Украины. Создание такой системы обеспечит повышение эксплуатационной готовности подвижного состава, сокращение времени простоев в ремонте, приведет к экономии расходов на персонал, занятый в сфере технического обслуживания подвижного состава.

Задачей разработки подобных систем заняты транспортные компании и других стран. В США компания GE Transportation Systems разработала бортовую интеллектуальную систему Expert-On-Alert которая осуществляет сбор и обработку показателей, характеризующих работу основных агрегатов, узлов и локомотива в целом и получаемых в реальном времени от соответствующих датчиков, что позволяет предусмотреть создание ситуации, которая может повлиять на нормальную работу локомотива, и предотвратить ее. Собранная информация по беспроводному каналу связи передается в офис компании, где обрабатывается. На основании обработки прогнозируются возможные отказы в пути, определяются потенциальные проблемы, формируются соответствующие рекомендации машинисту до того, как проблема может возникнуть в действительности, а так же уточняются потребности в ремонте и техническом обслуживании.

Компания General Motors также разработала систему FIRE (Functionally Integrated Railroad Electronics), обеспечивающую контроль технического состояния локомотивов в реальном времени и оперативное реагирование на получаемую информацию. С ее помощью можно получать необходимую информацию, анализировать, выдавать рекомендации по быстрому устранению неисправности, если это возможно, и сократить до минимума время простоя. Зная заранее суть проблемы, можно подготовить необходимые ресурсы, запасные части и выбрать оптимальное решение о дальнейшей эксплуатации локомотива. Диагностирование осуществляется дистанционно, система FIRE получает с локомотива более 800 сигналов, определяющих основные параметры технического состояния локомотива. Анализ тенденций изменения технического состояния, позволяющий прогнозировать дальнейшее его развитие, также представляет собой действенное средство для внедрения системы технического обслуживания и ремонта по фактическому состоянию локомотивов. Компанией

также предусмотрена возможность скачивать из памяти электронной системы управления локомотива архивную информацию, чтобы знать об изменении состояния в оборудовании в течение относительно длительного времени и с большей достоверностью прогнозировать потенциальные отказы с указанием их возможных причин [1].

В Германии разработана система *tuDi* для контроля и управления парком тягового подвижного состава. Она обеспечивает регистрацию всех эксплуатационных данных, техническую диагностику подвижного состава в оперативном режиме и определяет его местонахождение в пределах европейской сети. На основе непрерывно поступающих данных производится оценка степени загрузки отдельно для каждого типа подвижного состава и определяются предположительные сроки его технического обслуживания. Система позволяет не только определять местонахождение подвижного состава в данный момент, но и способствует оптимизации процесса управления парком подвижного состава и повышению качества организации его технического обслуживания. В связи с этим заметно повышается надежность и эксплуатационная готовность подвижного состава [2].

В России в рамках программы информатизации ОАО «РЖД» разрабатывается автоматизированная система учета, анализа, и расследования отказов технических средств. В качестве одного из источников входной информации в этой системе будет использована информация систем диагностирования подвижного состава. При разработке автоматизированной системы управления локомотивным хозяйством АСУТ, в рамках АРМ АСУТ цеха ремонта, предусматривается ремонт к модели ремонта подвижного состава с учетом его фактического технического состояния [3,4].

Необходимость разработки подобной системы управления локомотивным парком актуальна и для отечественных железных дорог. В рамках разработки АСУТ, актуальной является задача разработки технологии планирования ремонтов локомотивов с использованием данных систем диагностирования. Анализ существующего информационного обеспечения диагностических систем подвижного состава Украины показывает, что в настоящее время в локомотивном хозяйстве Украины нет единой, современной автоматизированной системы учета и обработки диагностической информации. Отсутствие такой системы затрудняет разработку мероприятий по переходу на ремонт подвижного состава с учетом его фактического технического состояния, и значительно снижает эффективность используемых систем диагностирования, так как отсутствует анализ и обработка накопленной диагностической информации.

Решение поставленной задачи требует создания автоматизированной системы управления техническим состоянием локомотивов в которой можно выделить следующие подсистемы:

- подсистема сбора и обработки диагностической информации;
- подсистема накопления и анализа информации об отказах локомотивов;
- подсистема анализа и планирования выполнения профилактических и ремонтных работ.

Подсистема сбора и обработки диагностической информации включает в себя стационарное и бортовое оборудование контроля и диагностирования установленное в локомотивных депо, на ремонтных заводах либо непосредственно на борту локомотивов. Задачей подсистемы является сбор информации о техническом состоянии узлов и агрегатов локомотивов в процессе эксплуатации с целью ее дальнейшего анализа.

Подсистема накопления и анализа информации об отказах локомотивов включает комплекс автоматизированных рабочих мест установленных в локомотивных депо. Основными источниками информации являются журналы технического состояния и журналы замены оборудования, заполняемые в процессе эксплуатации. При сборе данных необходимо фиксировать: дату обнаружения отказа, депо приписки, серию локомотива, отказавший узел, номер локомотива, наработку локомотива от начала эксплуатации либо от времени проведения капитального ремонта до момента возникновения отказа, характер отказа, простой в ремонте, время устранения отказа.

Подсистема анализа, планирования и выполнения профилактических и ремонтных работ является подсистемой верхнего уровня, ее задачей является

объединение информации из предыдущих подсистем, ведение электронного паспорта каждого локомотива и его узлов. Электронный паспорт локомотива включает диагностическую информацию, информацию об отказах, данные о проведении ремонтных работ.

Обобщенная схема технологии сбора и обработки статистической информации техническом состоянии локомотивов приведена на рисунке 1.

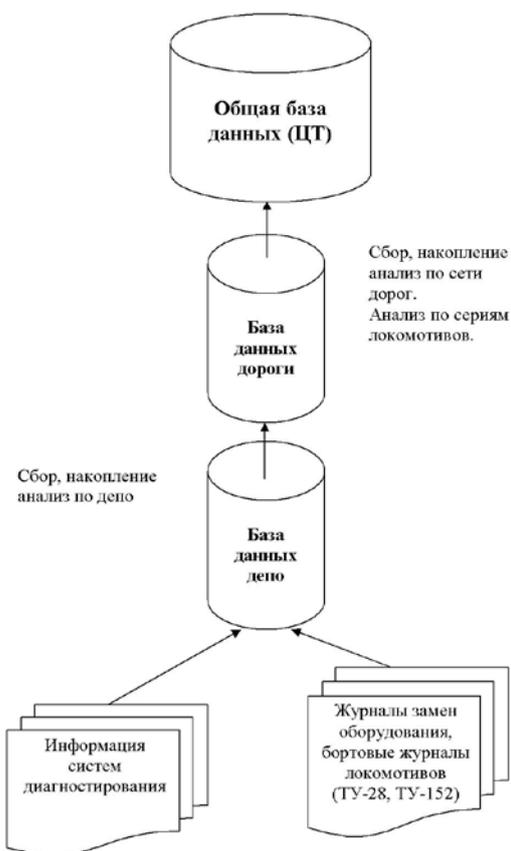


Рисунок 1 - Схема технологии сбора и обработки статистической информации техническом состоянии локомотивов

При внедрении систем диагностирования в депо, для повышения эффективности обработки диагностической информации бортовых систем диагностирования электровозов ДЭ1, в локомотивном депо Нижнеднепровск Узел введен в эксплуатацию программный комплекс расшифровки информации бортовых систем диагностирования электровозов ДЭ1 разработки ГП НИИЭС «Квант Радиоэлектроника» г.Киев.

С помощью этого комплекса информация из бортового модуля памяти каждого электровоза переносится в центральную диагностическую базу данных депо. Система предназначена для сбора и анализа данных о техническом состоянии электровозов ДЭ1, оснащенных системами диагностирования

"Магистраль" ДЕ1м. Пример окна отображения информации приведен на рисунке 2. Система позволяет:

- считывать с носителя информации записи системы диагностирования, полученные с помощью системы диагностирования "Магистраль" ДЕ1м и сохранять их на стационарном компьютере;
- просматривать эти данные в удобной форме;
- получить статистику отказов оборудования по интересующему электровозу за заданный период времени;
- выполнять печать данных на принтере в удобной форме.

Букси секция А	
109:	Тбл1 ТЛ1 Тбп1 ТП1 Тос
букса 40	3 36 1 37
110:	Тбл2 ТЛ2 Тбп2 ТП2 Тос
букса 38	1 - - 37
111:	Тбл3 ТЛ3 Тбп3 ТП3 Тос
букса 45	8 44 7 37
112:	Тбл4 ТЛ4 Тбп4 ТП4 Тос
букса 40	3 39 2 37

Букси секция Б	
209:	Тбл1 ТЛ1 Тбп1 ТП1 Тос
букса 41	8 42 9 33
210:	Тбл2 ТЛ2 Тбп2 ТП2 Тос
букса 41	8 46 13 33
211:	Тбл3 ТЛ3 Тбп3 ТП3 Тос
букса 37	4 39 6 33
212:	Тбл4 ТЛ4 Тбп4 ТП4 Тос
букса 38	5 43 10 33

Двигуни секция А	
117:	Уя Ія Ів Твх Твнк Т ВібрВ ВібрГ
ТД1	850 328 184 27 50 23 5 10
118:	Уя Ія Ів Твх Твнк Т ВібрВ ВібрГ
ТД2	840 328 184 27 49 22 8 9
119:	Уя Ія Ів Твх Твнк Т ВібрВ ВібрГ
ТД3	780 328 176 27 52 25 12 24
120:	Уя Ія Ів Твх Твнк Т ВібрВ ВібрГ
ТД4	810 328 176 29 51 22 44 21

Двигуни секция Б	
217:	Уя Ія Ів Твх Твнк Т ВібрВ ВібрГ
ТД1	840 320 176 26 51 25 9 9
218:	Уя Ія Ів Твх Твнк Т ВібрВ ВібрГ
ТД2	870 320 176 27 50 23 6 17
219:	Уя Ія Ів Твх Твнк Т ВібрВ ВібрГ
ТД3	790 328 168 28 49 21 7 7
220:	Уя Ія Ів Твх Твнк Т ВібрВ ВібрГ
ТД4	810 328 168 28 47 19 7 18

БПТР секция А	
105:	Тр1 Тр2 Тр3 Тр4
Пуско	32 36 30 34

БПТР секция Б	
205:	Тр1 Тр2 Тр3 Тр4
Пуско	28 30 28 32

АБ та ЦУ секция А	
104:	Уаб Іаб
Аккум	58 0
121:	Укс
Конга	3280
122:	Іпмп Укцц Уцц ПМП1-ПМП1
Перет	0 51 51 Вкл Відкл

АБ та ЦУ секция Б	
204:	Уаб Іаб
Аккум	56 0
221:	Укс
Конга	3300
222:	Іпмп Укцц Уцц ПМП1-ПМП1
Перет	0 51 51 Вкл Відкл

Рисунок 2 – Окно отображения информации группы аналоговых датчиков

Внедрение этого комплекса – это первый этап организации в локомотивном депо обработки информации бортовых систем диагностирования, направленный на разработку методов анализа накопленной информации и разработку системы удержания локомотивов, которая учитывает фактическое техническое состояние каждого локомотива. Как показывает практика эксплуатации внедренного программного комплекса, необходимо более эффективно проводить анализ собранной диагностической информации. Также дополнительно необходимо уделять внимание проверке технического состояния самой системы диагностирования, работоспособности датчиков и каналов ввода информации после выполнения ремонтов электровозов.

Созданное разработчиками программное обеспечение расшифровки информации бортовой системы диагностирования позволяет открыть и просмотреть только одну запись о показателях датчиков для одного локомотива, и позволяет просматривать изменения показателей датчиков во времени для

одного локомотива. Но система не имеет возможности сравнивать показатели датчиков для нескольких локомотивов.

На основании опыта эксплуатации системы «Магистраль-Центр» выявлены основные недостатки организации обработки информации:

**Разобщенность данных.** Данные о каждом локомотиве хранятся в отдельной базе данных.

**Закрытый формат базы данных.** Каждая база данных является обычным двоичным файлом, формат которого определен разработчиками системы «Магистраль» и недостаточно документирован. Также структура файла может меняться для разных версий систем диагностирования, что значительно усложняет анализ информации.

**Нереляционный формат базы данных.** Двоичные файлы баз данных системы «Магистраль-Центр» сложно использовать в стандартных программах обработки реляционных данных.

Основными предложениями по усовершенствованию работы системы диагностирования «Магистраль ДЕМ» являются:

- дополнение системы регистрацией пробега (наработки) электровоза, как за весь период эксплуатации, так и пробег на момент возникновения отказы. Такое предложение объясняется тем, что вся информация о надежности узлов подвижного состава анализируется в зависимости от наработки. В существующей системе диагностирования фиксируется астрономическое время и дата возникновения отказа, что значительно усложняет расчет системы содержания и анализ информации. Учитывая то, что в систему диагностирования вводится информация из электронного скоростемера о текущей скорости движения электровоза, то фиксацию пробега также необходимо предусмотреть.

- В связи с большим объемом информации, которая фиксируется системой, необходимо оптимизировать алгоритмы ее работы. Определить рациональную периодичность опроса датчиков, усовершенствовать алгоритмы записи данных в энергонезависимой памяти, необходимый объем памяти. Разработать технологию считывания информации в локомотивных депо и технологию ее дальнейшего анализа.

Недостатки системы «Магистраль-Центр» привели к необходимости создания силами сотрудников лаборатории «Техническая диагностика и содержание локомотивов» ДИИТа отдельного программного модуля слияния баз данных. Характерные особенности которого: реляционная база данных, слияние данных, открытый формат базы данных. Данные о разных локомотивах хранятся в одной базе данных, которая дает возможность проводить сравнительный анализ данных разных локомотивов. При импорте данных с системы «Магистраль» в созданную базу данных указывается номер локомотива, данные из которого импортируются. Разработанная база данных реализована на SQL сервере Microsoft SQL, что позволяет просматривать данные средствами стандартных программ.

Одной из задач которую необходимо решать при разработке автоматизированных систем управления техническим содержанием – это задача разработки классификационных схем оборудования локомотивов. При разработке классификационных схем оборудование разделяется на агрегаты, группы и узлы.

Каждая группа оборудования имеет соответствующий код, общий для данного типа оборудования всех локомотивов. Это позволит производить анализ надежности оборудования как по сериям, так и в общем по видам узлов и агрегатов.

Система кодирования должна отвечать следующим требованиям:

- содержать минимальное количество разрядов в цифровом коде и в тоже время охватывать все системы, подсистемы, узлы и агрегаты локомотивов;
- обеспечивать резерв для возможности расширения перечня накапливаемых данных вследствие модернизации конструкции локомотива без нарушения системы кодирования;
- система кодирования должна обеспечивать единство кодов для аналогичных узлов локомотивов различных серий.

Использование принципа позиционного кодирования при разбиении локомотива на подсистемы позволяет автоматизировать обработку информации на ЭВМ. Применяя выше изложенные принципы кодирования, сбора и обработки информации о отказах кафедрой Локомотивы ДИИТа разработано АРМ «Надежность» для анализа технического состояния локомотивов [5].

При разработке автоматизированной системы управления техническим состоянием локомотивов, необходимо выполнить совместный анализ диагностической информации, реальной информации об отказах локомотивов, эксплуатационных данных. Только таким образом может быть рассчитана рациональная система содержания, и получен эффект от внедрения систем диагностирования. Решение этой задачи возможно лишь совместными действиями ученых, эксплуатационников, ремонтных служб и специалистов по разработке информационных систем.

#### *Литература*

1. ЖДМ 03-2003: Дистанционный мониторинг локомотивов в США. [www.css-rzd.ru](http://www.css-rzd.ru)
2. ЖДМ 10-2005: Дистанционный контроль и управление парком тягового подвижного состава на общеевропейской сети. [www.css-rzd.ru](http://www.css-rzd.ru)
3. Автоматизированная система учета, анализа и расследования отказов технических средств. [www.ocv.ru](http://www.ocv.ru)
4. Автоматизированная система управления локомотивным хозяйством (АСУТ) [www.ocv.ru](http://www.ocv.ru)
5. Очкасов О.Б., Боднарь Е.Б. Авторське свідоцтво А.с. 23354. Зареєстровано 26.12.2007 р. К.: ДДІВ, 2007. Комп'ютерна програма «АРМ учета статистических данных о отказах электровозов»