

### **Информационное обеспечение автоматизированной системы контроля работы подвижного состава**

д.т.н. доц. Бунаков П.Ю., Кондакова А.Б.

*Коломенский институт (филиал)*

*Московского государственного университета машиностроения (ММИ)*

*8 (916) 679-38-86, pavel\_jb@mail.ru*

*Аннотация.* В статье приводится описание структуры базы данных для работы с информацией, получаемой из автоматизированной системы контроля (АСК) параметров работы дизельного подвижного состава и учета дизельного топлива. Представлены основные действия по обработке информации, призванные обеспечить целостность данных, повысить производительность и упростить работу с базой данных.

*Ключевые слова:* информационная система, база данных, автоматизированная система контроля

Для обеспечения надежности перевозок железнодорожным транспортом необходимо иметь возможность диагностирования неисправностей подвижного состава и выполнения своевременного ремонта. С этой целью разработана и в настоящее время активно внедряется на тепловозах автоматизированная система контроля параметров работы дизельного подвижного состава и учета дизельного топлива [1, 2]. Она способна контролировать и накапливать целый ряд параметров оборудования, детальный анализ которых помогает определять текущее техническое состояние систем локомотива, расследовать случаи несанкционированного отбора топлива, корректировать плановые сроки и виды ремонта и обслуживания.

Все данные, полученные с помощью АСК, передаются на автоматизированное рабочее место (АРМ) по беспроводному каналу связи (GSM/WiFi/GPS/Глонасс) [1], где они должны храниться и обрабатываться. Для этого необходимо разработать специализированную базу данных. Ее основная особенность определяется тем, что бортовая система АСК осуществляет непрерывное измерение и сохранение в памяти значений большого количества диагностируемых параметров, которые используются для оценки технического состояния локомотива. Таким образом, формируется непрерывный поток данных, который представляет собой большой объем разнородной информации [3]:

- телеметрическая информация (состояния дискретных входных и выходных каналов системы, сигналы от датчиков и первичных преобразователей в виде аналоговых параметров, частотные параметры);
- информация по выявленным системой нарушениям в работе локомотивного оборудования в виде «тревожных» диагностических сообщений;
- вычисляемые бортовой системой управления и диагностики значения и параметры.

На основе анализа требований к базе данных, а также типов, характеристик и видов хранимых данных разработана схема базы данных, показанная на рисунке 1. Она включает в себя 9 основных таблиц. Реализация базы данных выполнена в системе управления реляционными базами данных MS SQL Server Express 2008 R2 [4]. Данный выпуск MS SQL Server является бесплатным и обладает широкими функциональными возможностями, основными из которых являются удобство разработки баз данных, создание хранимых процедур и функций, интеграция с MS Visual Studio.

Начальной таблицей базы данных является таблица моделей тепловозов Lcm.Models, в которую заносится информация обо всех моделях тепловозов, на которых установлена АСК. Типы данных и назначение полей представлены в таблице 1.

Таблица Config.Configurations (таблица 2) содержит конфигурации АСК для всех моде-

лей тепловозов. Конфигурации АСК могут отличаться между собой набором датчиков и количеством считываемых параметров [3]. При выборе определенной модели тепловоза активируются все возможные конфигурации АСК, которые могут устанавливаться на данную модель. Каждая разработанная конфигурация АСК предназначена для некоторого определенного диапазона серий локомотивов.

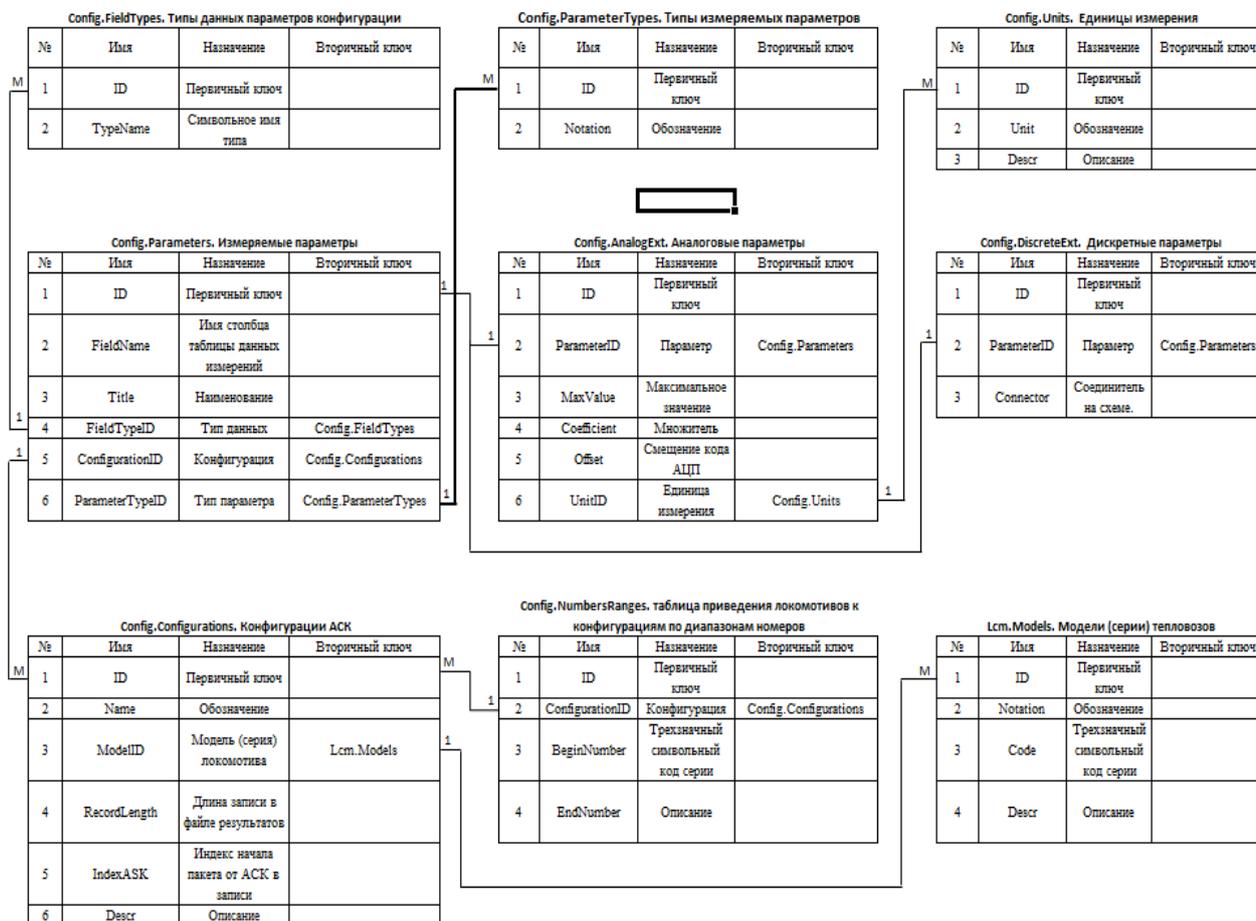


Рисунок 1. Схема базы данных

Таблица 1

Таблица моделей тепловозов – Lcm.Models

Название колонки	Тип данных	Комментарий
ID	smallint	Первичный ключ
Notation	nvarchar (16)	Обозначение (название) локомотива
Code	char (3)	Трехзначный символьный код серии
Descr	nvarchar (256)	Описание

Информации о соответствии серий локомотивов и имеющихся конфигураций АСК записываются в таблицу Config.NumbersRanges (таблица 3). Она предназначена для приведения серий локомотивов к конфигурациям АСК по диапазонам номеров.

Таблица 2

Таблица конфигураций АСК – Config.Configurations

Название колонки	Тип данных	Комментарий
ID	int	Первичный ключ
Name	nvarchar (16)	Обозначение
ModelID	smallint	Модель (серия) локомотива (вторичный ключ)
RecordLength	smallint	Длина записи в файле результатов
IndexASK	smallint	Индекс начала пакета от АСК в записи
Descr	nvarchar (256)	Описание

**Таблица диапазонов серий локомотивов – Config.NumbersRanges**

Название колонки	Тип данных	Комментарий
ID	smallint	Первичный ключ
ConfigurationID	int	Конфигурация (вторичный ключ)
BeginNumber	smallint	Начальный трехзначный символьный код серии
EndNumber	smallint	Конечный трехзначный символьный код серии

Все возможные измеряемые параметры заносятся в таблицу Config.Parameters. Она связана с таблицей конфигураций АСК таким образом, что для каждой конфигурации задано определенное множество аналоговых и дискретных параметров с указанием их наименования, а также типа параметра и данных (таблица 4).

Таблица 4

**Таблица измеряемых параметров – Config.Parameters**

Название колонки	Тип данных	Комментарий
ID	int	Первичный ключ
FieldName	nvarchar (16)	Имя столбца таблицы данных измерений
Title	nvarchar (32)	Наименование
FieldTypeID	tinyint	Тип данных (вторичный ключ)
ConfigurationID	int	Конфигурация (вторичный ключ)
ParameterTypeID	smallint	Тип параметра (вторичный ключ)

Типы данных таблицы измеряемых параметров, хранящихся в таблице Config.Parameters, заносятся в отдельную таблицу Config.FieldTypes (таблица 5). В ней указаны размеры параметров посредством указания названия типа данных: bit (битовый параметр, например, положение выключателя некоторого режим), byte (восьмибитовое целое число), float (действительное число), word (шестнадцатибитовое целое число).

Таблица 5

**Таблица типов данных – Config.FieldTypes**

Название колонки	Тип данных	Комментарий
ID	tinyint	Первичный ключ
TypeName	nvarchar (10)	Символьное имя типа

Типы параметров для таблицы измеряемых параметров (таблица 4) указываются в таблице Config.ParamrterTypes (таблица 6). Каждый параметр может быть аналоговым, дискретным входным или дискретным выходным параметром.

Таблица 6

**Таблица типов измеряемых параметров – Config.ParamrterTypes**

Название колонки	Тип данных	Комментарий
ID	smallint	Первичный ключ
Notation	nvarchar (64)	Обозначение

Все свойства аналоговых параметров хранятся в таблице Config.AnalogExt (таблица 7). Бортовая система АСК регистрирует аналоговые параметры в виде условного кода. Для преобразования полученного значения в единицы СИ используется коэффициент пересчета и сдвига нуля (смещение).

Таблица 7

**Таблица аналоговых параметров – Config.AnalogExt**

Название колонки	Тип данных	Комментарий
ID	int	Первичный ключ
ParameterID	int	Параметр (вторичный ключ)
MaxValue	real	Максимальное значение
Coefficient	real	Множитель
Offset	int	Смещение кода АЦП
UnitID	smallint	Единица измерения (вторичный ключ)

Данное вычисление производится по следующей формуле [2]:

$$Y = (X + b) \cdot k \quad (1)$$

где:  $Y$  – величина параметра в системе СИ;

$X$  – двухбайтовый код параметра;

$b$  – смещение нуля;

$k$  – коэффициент пересчета.

Для каждого аналогового параметра существует своя единица измерения. Все возможные единицы измерения хранятся в таблице Config.Units (таблица 8).

Таблица 8

**Таблица единиц измерения – Config.Units**

Название колонки	Тип данных	Комментарий
ID	smallint	Первичный ключ
Unit	nvarchar (16)	Обозначение
Descr	nvarchar (256)	Описание

Свойства дискретных параметров хранятся в таблице Config.DiscreteExt (таблица 9).

Таблица 9

**Таблица дискретных параметров – Config.DiscreteExt**

Название колонки	Тип данных	Комментарий
ID	int	Первичный ключ
ParameterID	int	Параметр (вторичный ключ)
Connector	nvarchar (32)	Соединитель на схеме

### Хранимые процедуры

Хранимые процедуры точно так же, как и в других языках программирования, обрабатывают входные параметры и возвращают выходные параметры в вызывающую программу. Они включают в себя программные инструкции, выполняющие операции в базе данных, и способны сигнализировать об успешном или неуспешном завершении через значение состояния [5].

В рассматриваемой базе данных для каждой таблицы разработаны специальные хранимые процедуры, осуществляющие добавление новой записи, вывод записей, изменение или удаление имеющейся записи.

Следует отметить, что операции над записями для некоторых таблиц базы данных приводят к изменению нескольких взаимосвязанных таблиц, то есть эти операции являются каскадными. При выполнении хранимой процедуры, которая реализует какую-либо каскадную операцию, возможно появление исключительной ситуации, способной привести к потерям данных. Для исключения подобных ситуаций в каждой хранимой процедуре предусмотрен откат инструкции операции, поэтому потери данных не происходит.

В качестве примера рассмотрим хранимую процедуру удаления записи из таблицы аналоговых параметров, которая производится с помощью процедуры Config.RemoveAnalogParameter. На вход данной процедуры подается только ID удаляемой записи (таблица 10).

Таблица 10

**Таблица входных параметров процедуры Config.RemoveAnalogParameter**

Название колонки	Тип данных	Комментарий
@ID	int	ID удаляемой записи

Данная процедура осуществляет каскадное удаление записи из таблицы параметров и связанной с ней записи из таблицы аналоговых параметров. Код хранимой процедуры удаления аналогового параметра приведен ниже.

```
USE [diag_lcm_2]
```

```
GO
```

```
SET ANSI_NULLS ON /*поведение операторов "равно" и "не равно" при сравнении с NULL*/
```

```
GO
SET QUOTED_IDENTIFIER ON /*разделение кавычками идентификаторов и строк-
литералов*/
GO
ALTER PROCEDURE [Config].[RemoveAnalogParameter]
    @ID int = 0
AS
BEGIN
    /*объявление переменной для кода результата и переменной для кода ошибки в случае
    исключительной ситуации*/
    DECLARE @Result int,
            @ErrorCode int
    SET NOCOUNT ON; /*не возвращается количество строк*/
    IF @ID > 0
        BEGIN
            BEGIN TRANSACTION; /*начало локальной транзакции*/
            BEGIN TRY
                /*блок удаления*/
                delete from Config.AnalogExt where ParameterID = @ID;
                delete from Config.Parameters where ID = @ID;
                COMMIT TRANSACTION;
                select @Result = 1;
            END TRY
            BEGIN CATCH
                /*ошибка операции*/
                ROLLBACK TRANSACTION;
                select @Result = 0;
                select @ErrorCode = 2;
            END CATCH;
        END
    ELSE
        BEGIN
            /*ошибка входного параметра с номером ID*/
            select @Result = 0;
            select @ErrorCode = 1; -- Unvalid value @ID
        END
    select @Result, @ErrorCode;
END
```

Использование хранимых процедур имеет множество преимуществ. Прежде всего, это повышение производительности, значительное расширение возможностей программирования и обеспечение безопасности данных. Они позволяют заменить часто используемые запросы, снижая сетевой трафик, поскольку по сети передаются только вызовы на выполнение процедур, а не их код. Хранимые процедуры дают возможность производить сложные действия с данными, вызывать другие хранимые процедуры, организовывая разветвленную транзакционную логику.

### Заключение

Разработанное информационное обеспечение автоматизированной системы контроля работы подвижного состава обеспечивает постоянный мониторинг технического состояния локомотивов, позволяя оперативно реагировать на возникающие неисправности, своевременно проводить ремонтные работы и контролировать несанкционированные действия по отбору топлива.

**Литература**

1. ОАО «ВНИКТИ». Система автоматизированного контроля параметров работы дизельного подвижного состава и учета дизельного топлива АСК: руководство по эксплуатации, 2010. – 34 с.
2. Клименко Ю.И., Ким С.И., Грачев В.В., Федотов М.В., Нестеров А.И. Автоматизированная система контроля параметров работы дизельного подвижного состава и учета дизельного топлива: ст., 2011. – 7 с.
3. Перминов В.А., Федотов М.В., Киреев В.А., Бычкова Е.А., Журавлева О.В., Шарапов А.Л. Разработка протоколов и программного обеспечения обмена данными с бортовыми диагностическими системами тепловозов ТЭП70БС и 2ТЭ116У: техническое описание, 2014. – 139 с.
4. Уильям Р. Станек Microsoft SQL Server 2008. Справочник администратора – СПб.: БХВ-Петербург, Русская Редакция, 2013.
5. Хранимые процедуры. [Электронный ресурс]: документация, 2014. – Режим доступа: <https://msdn.microsoft.com/ru-ru/library/ms190782.aspx>, свободный.

УДК 629.3.014.2:621.3

**Энергетические и качественные показатели работы культиваторного МТА в режиме автоколебаний рабочих органов**

д.т.н. Гапич Д.С., к.т.н. Фомин С.Д., Денисова О.А.  
ФГБОУ ВО Волгоградский государственный аграрный университет  
(8442) 41-13-70, Gds-08@mail.ru, fsd\_58@mail.ru, denisova\_olga\_@mail.ru

*Аннотация.* В статье представлены результаты экспериментальных исследований влияния резонансных режимов работы рабочих органов культиватора *BOURGAULT 8810* на энергетические и качественные показатели обработки почвы.

*Ключевые слова:* рабочий орган, пар, стерня, упругий элемент.

Одним из направлений повышения качества обработки почвы по критериям энергоэффективности является создание рабочих органов, которые используют прогрессивные принципы воздействия на обрабатываемую среду. На практике это достигается использованием почвообрабатывающих орудий, в конструкции которых заложен упругий элемент в креплении рабочих органов. Такой упругий элемент выступает в качестве устройства способного, при определенных условиях, возбуждать колебания рабочего органа, что, согласно экспериментальным данным многих исследователей, улучшает очистку рабочих органов от нависания растительных остатков и почвы, крошение почвенного пласта, а также снижает общее тяговое сопротивление почвообрабатывающего орудия до 15% [1]. Кроме того, обеспечивается возможность изменения степени воздействия рабочего органа на почву и управление качеством процесса обработки.

Действенные незатухающие колебания рабочего органа во время работы машинно-тракторного агрегата (МТА) поддерживаются настройкой частоты его собственных колебаний на частоту колебаний, возбуждаемую в динамике рабочего процесса путем изменения жесткости упругого элемента в креплении.

Для оценки влияния характерных режимов работы рабочих органов (дорезонансного, резонансного и послерезонансного) на энергетические и качественные показатели работы почвообрабатывающего орудия были проведены экспериментальные исследования. В качестве объекта исследования был выбран культиватор модели *Bourgault 8810*, оснащенный упругими элементами в креплении рабочих органов к раме. Специальные устройства в