

## КОМПЬЮТЕРНЫЕ ОБУЧАЮЩИЕ ПРОГРАММЫ

УДК 62-501.72:62-501.5

### КОМПЬЮТЕРНЫЙ ОБУЧАЮЩИЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ ПЕРСОНАЛА ПРЕДПРИЯТИЙ ВАГОННОГО ХОЗЯЙСТВА С МУЛЬТИМЕДИЙНЫМИ БАЗАМИ ДАННЫХ

© 2014 Т.Н. Буштрук<sup>1</sup>, М.В. Царыгин<sup>1</sup>, А.А.Буштрук<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Самарский государственный университет путей сообщения

<sup>2</sup> Самарский государственный аэрокосмический университет имени академика С.П. Королева  
(национальный исследовательский университет)

Поступила в редакцию 17.12.2013

Реализован компьютерный обучающий комплекс для технического и управленческого персонала предприятий вагонного хозяйства. В программный комплекс интегрируется модуль идентификации временных рядов производственных потоков и алгоритмов прогнозирования. Получены соотношения, обеспечивающие решение задачи идентификации формирующего фильтра.

**Ключевые слова:** компьютерный обучающий комплекс, идентификация временных рядов, прогнозирование, базы данных.

Современный уровень развития промышленности и транспорта предъявляет высокие требования к квалификации обслуживающего персонала. Железнодорожный транспорт важнейшая отрасль экономики, его эксплуатационное состояние обеспечивает непрерывные грузоперевозки и пассажиропотоки. Для обеспечения эксплуатации, своевременного, и технологичного ремонта подвижного состава одним из решающих аспектов является эффективная подготовка и переподготовка персонала. Применение новых технологий в процессе подготовки и переподготовки кадров соответствует концепции дальнейшего развития ОАО “Российские Железные Дороги”.

Применение компьютерных комплексов является сложившейся общемировой практикой обучения, поскольку использование в процессе обучения реального оборудования не всегда доступно. Программные комплексы обеспечивают концентрацию больших объемов информации, позволяют более углубленно изучать отдельные объекты, узлы, устройства и процессы производства, взаимодействовать с ними и получать практические навыки по эксплуатации технологического оборудования. В программном обеспечении реализовано интерактивное взаимодействием с информационными объектами, максимальная визуализация исследуемых объектов, использу-

*Буштрук Татьяна Николаевна, кандидат технических наук, доцент кафедры “Электротехника”.*

*E-mail: btsam@mail.ru*

*Царыгин Максим Вячеславович, аспирант кафедры “Электротехника”. E-mail: max\_crazzy@mail.ru*

*Буштрук Александр Александрович, студент.*

*E-mail: alexb95@mail.ru*

ются оригинальные методы и алгоритмы идентификации и прогнозирования [4].

Ценность и значимость подобных комплексов многократно возрастает, если в них использовать алгоритмы идентификации и прогнозирования временных рядов производственных потоков.

Методы и алгоритмы идентификации и прогнозирования квазистационарных временных процессов целесообразно использовать в компьютерных обучающих системах. Методы и алгоритмы идентификации, разработанные в [4 - 6], являются мощным инструментом в системах управления, передачи информации, изучении законов природы. Изучение временных процессов различной физической природы необходимо для построения краткосрочных и долгосрочных прогнозов, используемых для целесообразного распределения материальных и технических ресурсов. Представлены методы и алгоритмы идентификации нелинейных динамических объектов в классе блочно-ориентированных моделей. Этот подход распространен на идентификацию параметров квазистационарных временных рядов, поскольку их можно генерировать с помощью линейного формирующего фильтра при подаче на его вход сигнала вида белый шум.

Измерительно-вычислительная система с корреляционно-спектральным идентификатором и блоком построения прогноза дана на рис. 1.

Для проведения дальнейших аналитических выкладок используются сигналы  $y(t)$ ,  $z_1(t - \tau_1; \Delta t_\gamma)$  и  $z_2(t - \tau_2; \Delta t_q)$ , которые имеют следующий вид:

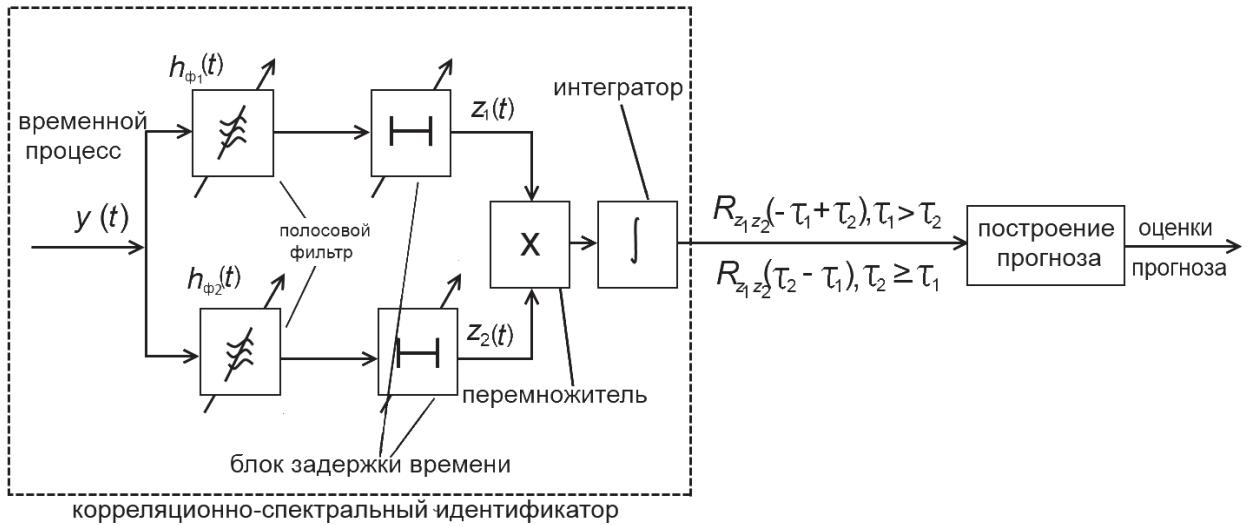


Рис. 1. Корреляционно-спектральный идентификатор с блоком прогнозирования.

$$y(t) = \int_0^\infty h_{\phi\phi}(\theta)x(t-\theta)d\theta,$$

$$z_1(t-\tau_1; \Delta t_\gamma) = \int_0^\infty h_{\phi 1}(\mu_\gamma)y(t-\tau_1-\mu_\gamma; \Delta t_\gamma)d\mu_\gamma,$$

$$z_2(t-\tau_2; \Delta t_q) = \int_0^\infty h_{\phi 2}(\mu_q)y(t-\tau_1-\mu_q; \Delta t_q)d\mu_q,$$

где  $\gamma, q \in \overline{1, l}$ ,  $h_{\phi\phi}(\cdot)$  - импульсная переходная характеристика формирующего фильтра,  $h_{\phi 1}(\cdot)$  и  $h_{\phi 2}(\cdot)$  - импульсные переходные характеристики полосовых фильтров в корреляционно-спектральном анализаторе.  $x(t) = \sigma\delta(t)$  - белый шум с неизвестным весом  $s$ ,  $d(t)$  - дельта функция;  $\Delta t_i = t_{i+1} - t_i$ ,  $i = \overline{1, l}$ ,  $\Delta t_1 = \Delta t_2 = \dots = \Delta t_l$ .

Обратное преобразование Лапласа от импульсной переходной функции линейного формирующего фильтра есть дробно-рациональная передаточная функция (ПФ) [1] вида:

$$W_{\phi\phi}^{(i)}(S) = k^{(i)} \frac{\prod_{q=1}^m (Q_q^{(i)} S + 1)}{\prod_{q=1}^n (T_q^{(i)} S + 1)},$$

где  $k^{(i)}$ ,  $Q_q^{(i)}$  и  $T_q^{(i)}$  - масштабные коэффициенты и постоянные времени формирующего фильтра, которые являются кусочно-непрерывными функциями времени (на квазистационарном участке эти функции не изменяются),  $m, n$  - порядки полиномов числителя и знаменателя ПФ. Задача идентификации мо-

дели квазистационарного временного процесса заключается в определении оценок  $\hat{\sigma}, k^{(i)}$ ,  $\hat{m}^{(i)}, \hat{n}^{(i)}$ ,  $\hat{Q}_q^{(i)}$  и  $\hat{T}_q^{(i)}$  в ПФ формирующем фильтра на квазистационарных участках  $\Delta t_i$ .

Получение алгоритмов процедуры корреляционно-спектральной идентификации временной последовательности основано на вычислении следующих корреляционных функций

$$\begin{aligned} R_{Z_2 Z_1}(\tau_2 - \tau_1) &= \frac{1}{t_0 - (\tau_2 - \tau_1)} \times \\ &\times \int_0^{t_0 - (\tau_2 - \tau_1)} z_2(t - \tau_2; \Delta t_\alpha) z_1(t - \tau_1; \Delta t_\beta) dt, \quad \tau_2 \geq \tau_1, \\ R_{Z_2 Z_1}(-\tau_1 + \tau_2) &= \frac{1}{t_0 - (\tau_1 - \tau_2)} \times \\ &\times \int_0^{t_0 - (\tau_1 - \tau_2)} z_1(t - \tau_1; \Delta t_c) z_2(t - \tau_2; \Delta t_d) dt, \quad \tau_1 > \tau_2, \end{aligned} \quad (1)$$

где  $\alpha, \beta, c, d \in \overline{1, l}$ .

Уравнения (1) справедливы для случая, когда  $t_{\text{пп}} \ll \Delta t_i$ , где  $i = \overline{1, l}$ ,  $t_{\text{пп}}$  - время переходного процесса полосового фильтра. Также необходимо, чтобы  $t_0 - (\tau_2 - \tau_1) < \Delta t_i$ ,  $\tau_2 \geq \tau_1$ ;  $t_0 - (\tau_1 - \tau_2) < \Delta t_i$ ,  $\tau_1 > \tau_2$  и  $i = \overline{1, l}$ .

Подставим в уравнения (1) выражения для сигналов  $y(t)$ ,  $z_1(t - \tau_1; \Delta t_\gamma)$  и  $z_2(t - \tau_2; \Delta t_q)$  и получим следующие соотношения:

$$\begin{aligned}
 R_{Z_2 Z_1}(\tau_2 - \tau_1) &= \\
 &= \int_0^\infty \dots \int_0^\infty h_{\phi\phi}(\theta_1; \Delta t_\alpha) h_{\phi\phi}(\theta_2; \Delta t_\beta) h_{\phi 2}(\mu_\alpha) h_{\phi 1}(\mu_\beta) \times \\
 &\times R_{xx}(\tau_2 - \tau_1 + \theta_2 - \theta_1 + \mu_\alpha - \mu_\beta) d\mu_\alpha d\mu_\beta d\theta_1 d\theta_2, \\
 R_{Z_2 Z_1}\{-(\tau_1 - \tau_2)\} &= \\
 &= \int_0^\infty \dots \int_0^\infty h_{\phi\phi}(\theta_1; \Delta t_c) h_{\phi\phi}(\theta_2; \Delta t_d) h_{\phi 2}(\mu_c) h_{\phi 1}(\mu_d) \times \\
 &\times R_{xx}\{-(\tau_1 - \tau_2) + \theta_1 - \theta_2 + \mu_c - \mu_d\} d\mu_c d\mu_d d\theta_1 d\theta_2,
 \end{aligned} \tag{2}$$

где  $R_{xx}(\tau) = \sigma^2 \delta(\tau)$  – автокорреляционная функция белого шума с неизвестной  $\sigma^2$ .

Порядки интегрирования интегральных уравнений (1) изменялись, поскольку:

$$\int_0^\infty h_{\phi\phi}(t) dt \neq \infty, \quad \int_0^\infty h_{\phi 1}(t) dt \neq \infty$$

$$\text{и } \int_0^\infty h_{\phi 2}(t) dt \neq \infty$$

Структура и параметры чётного полосового фильтра в корреляционно-спектральном анализаторе должны быть выбраны такими, чтобы его импульсная переходная характеристика имела вид:

$h_{\phi i}(t) = k_{\phi i} \left\{ \exp \left( -|t|/T_i \right) \cos \omega_0^{(i)} t \right\} / T_i$ ,  
где  $\omega_0^{(i)}$  – центральные частоты настройки фильтров,  $k_{\phi i}$  – масштабные коэффициенты,  $T_i$  – постоянные времени.

Предел  $\lim h_{\phi i}(t)$  при  $T_i \rightarrow \infty$  и

$$k_{\phi i}/T_i = 1 \text{ равен } \cos \omega_0^{(i)} t \text{ при } i = 1, 2.$$

Предельные значения для  $h_{\phi i}(t)$  подставляем в (2). Получаемые при этом интегралы вычисляются на основе фильтрующего свойства дельта функций:

$$\begin{aligned}
 R_{Z_2 Z_1}(\tau_2 - \tau_1) &= \sigma^2 \int_0^\infty \dots \int_0^\infty h_{\phi\phi}(\theta_1; \Delta t_\alpha) h_{\phi\phi}(\theta_2; \Delta t_\beta) h_{\phi 1}(\mu_\beta) \times \\
 &\times \cos(\omega_0^{(2)}(-\tau_2 - \tau_1 + \theta_2 - \theta_1 - \mu_\beta)) d\mu_\beta d\theta_1 d\theta_2, \\
 R_{Z_2 Z_1}\{-(\tau_1 - \tau_2)\} &= \sigma^2 \int_0^\infty \dots \int_0^\infty h_{\phi\phi}(\theta_1; \Delta t_c) h_{\phi\phi}(\theta_2; \Delta t_d) h_{\phi 1}(\mu_d) \times \\
 &\times \cos(\omega_0^{(1)}(-\tau_1 + \tau_2 + \theta_1 - \theta_2 + \mu_c)) d\mu_c d\theta_1 d\theta_2.
 \end{aligned} \tag{3}$$

Для преобразования (3) также используем теорему Бореля о свертке:

$$\begin{aligned}
 R_{Z_2 Z_1}(\tau_2 - \tau_1) &= \sigma^2 K_{\phi\phi}^{(\beta)}(\omega_0^{(2)}) K_{\phi\phi}^{(\alpha)}(\omega_0^{(2)}) \int_{-\infty}^\infty \cos(\omega_0^{(1)} \mu_\beta) d\mu_\beta \times \\
 &\times \int_{-\infty}^\infty e^{j\omega(\tau_2 - \tau_1 - \mu_\beta - \Psi_{\phi\phi}^{(\beta)}(\omega_0^{(2)})/\omega_0^{(2)} - \theta_1)} e^{-j\Psi_{\phi\phi}^{(\alpha)}(\omega)} \left\{ \frac{1}{2} \delta(\omega - \omega_0^{(2)}) + \frac{1}{2} \delta(\omega + \omega_0^{(2)}) \right\} d\omega, \\
 R_{Z_2 Z_1}\{-(\tau_1 - \tau_2)\} &= \sigma^2 \int_0^\infty h_{\phi 1}(\mu_c) d\mu_c K_{\phi\phi}^{(c)}(\omega_0^{(1)}) \times \\
 &\times \int_{-\infty}^\infty K_{\phi\phi}^{(d)}(\omega) e^{j\omega(\tau_2 - \tau_1 - \mu_c - \Psi_{\phi\phi}^{(c)}(\omega_0^{(1)})/\omega_0^{(1)} - \theta_1)} e^{-j\Psi_{\phi\phi}^{(d)}(\omega)} \left\{ \frac{1}{2} \delta(\omega - \omega_0^{(1)}) + \frac{1}{2} \delta(\omega + \omega_0^{(1)}) \right\} d\omega
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 R_{Z_2 Z_1}(\tau_2 - \tau_1) &= \sigma^2 K_{\phi\phi}^{(\beta)}(\omega_0^{(2)}) K_{\phi\phi}^{(\alpha)}(\omega_0^{(2)}) \int_{-\infty}^\infty \cos(\omega_0^{(1)} \mu_\beta) \times \\
 &\times \cos(\omega_0^{(2)}(\tau_2 - \tau_1 - \mu_\beta - \Psi_{\phi\phi}^{(\beta)}(\omega_0^{(2)})/\omega_0^{(2)})) d\mu_\beta, \\
 R_{Z_2 Z_1}\{-(\tau_1 - \tau_2)\} &= \sigma^2 K_{\phi\phi}^{(d)}(\omega_0^{(1)}) K_{\phi\phi}^{(c)}(\omega_0^{(1)}) \int_{-\infty}^\infty \cos(\omega_0^{(1)} \mu_d) \times \\
 &\times \cos(\omega_0^{(1)}(\tau_2 - \tau_1 + \mu_c - \Psi_{\phi\phi}^{(d)}(\omega_0^{(1)})/\omega_0^{(1)})) d\mu_c.
 \end{aligned}$$

Последние интегральные уравнения вычисляются на основе теоремы Бореля о свертке и фильтрующем свойстве  $\delta$ -функции

$$\begin{aligned}
 R_{Z_2 Z_1}(\tau_2 - \tau_1) &= \sigma^2 K_{\phi\phi}^{(\beta)}(\omega_0^{(2)}) K_{\phi\phi}^{(\alpha)}(\omega_0^{(2)}) \times \\
 &\times \cos[\omega_0^{(1)}((\tau_2 - \tau_1) + \Psi_{\phi\phi}^{(\beta)}(\omega_0^{(2)})/\omega_0^{(2)} - \Psi_{\phi\phi}^{(\alpha)}(\omega_0^{(2)})/\omega_0^{(2)})] \times \\
 &\times \left\{ \frac{1}{2} \delta(\omega_0^{(1)} - \omega_0^{(2)}) + \frac{1}{2} \delta(\omega_0^{(1)} + \omega_0^{(2)}) \right\}, \\
 R_{Z_2 Z_1}\{-(\tau_1 - \tau_2)\} &= \sigma^2 K_{\phi\phi}^{(d)}(\omega_0^{(1)}) K_{\phi\phi}^{(c)}(\omega_0^{(1)}) \times \\
 &\times \cos[\omega_0^{(2)}((- \tau_1 + \tau_2) - \Psi_{\phi\phi}^{(d)}(\omega_0^{(1)})/\omega_0^{(1)} + \Psi_{\phi\phi}^{(c)}(\omega_0^{(1)})/\omega_0^{(1)})] \times \\
 &\times \left\{ \frac{1}{2} \delta(\omega_0^{(2)} - \omega_0^{(1)}) + \frac{1}{2} \delta(\omega_0^{(2)} + \omega_0^{(1)}) \right\}.
 \end{aligned} \tag{4}$$

При выводе формул (4) учитывалось свойство эрмитовой симметрии для  $\delta$ -функций от частотных аргументов.

В случае равенства частот  $\omega_0^{(2)} = \omega_0^{(1)} = \omega_0$  имеем:

$$\begin{aligned}
 R_{Z_2 Z_1}(\tau_2 - \tau_1) &= \sigma^2 K_{\phi\phi}^{(\beta)}(\omega_0) K_{\phi\phi}^{(\alpha)}(\omega_0) \times \\
 &\times \cos \{ \omega_0 (\tau_2 - \tau_1) + \Psi_{\phi\phi}^{(\beta)}(\omega_0) - \Psi_{\phi\phi}^{(\alpha)}(\omega_0) \}, \\
 R_{Z_2 Z_1}\{-(\tau_1 - \tau_2)\} &= \sigma^2 K_{\phi\phi}^{(d)}(\omega_0) K_{\phi\phi}^{(c)}(\omega_0) \times \\
 &\times \cos \{ \omega_0 (-\tau_1 + \tau_2) - \Psi_{\phi\phi}^{(d)}(\omega_0) + \Psi_{\phi\phi}^{(c)}(\omega_0) \}.
 \end{aligned} \tag{5}$$

Таким образом, получены выражения для взаимных корреляционных функций, в которые входят модули комплексных передаточных функций и фазовые характеристики формирующего фильтра. То есть, по критериям приведенным в [5, 6] можно осуществить идентификацию параметров формирующего фильтра.

В результате проведения процедур идентификации в общем случае для системы с постоянными сосредоточенными параметрами дискретная передаточная функция эквивалентной импульсной системыдается в виде:

$$K_*(z) = \frac{A_0 + A_1 z + \dots + A_{l-1} z^{l-1} + A_l z^l}{1 + B_1 z + \dots + B_{m-1} z^{m-1} + B_m z^m} = \frac{\sum_{k=0}^l A_k z^k}{1 + \sum_{k=1}^m B_k z^k},$$

которая приводит к рекуррентному алгоритму:

Следовательно, чтобы получить прогноз  $\hat{y}_t(l)$ , нужно выразить модель для процесса  $y_{t+l}$  в виде разностного уравнения и действовать с членами в правой части согласно следующим правилам:

1. Члены  $y_{t+j}$  ( $j = 0, 1, 2, \dots$ ), известные уже к моменту  $t$ , оставить без изменения.
  2.  $y_{t+j}$  ( $j = 1, 2, \dots$ ), еще не известные, заменить их прогнозами  $\hat{y}_t(j)$  на момент  $t$ .
  3. Члены  $a_{t+j}$  ( $j = 0, 1, 2, \dots$ ), уже известные, определить по  $y_{t-j} - \hat{y}_{t-j-1}(l)$ .
  4. Члены  $a_{t+j}$  ( $j = 1, 2, \dots$ ), еще не известные, заменить нулями.

Основная проблема в задаче анализа и прогнозирования заключается в построение модели, адекватно отражающей динамику временных

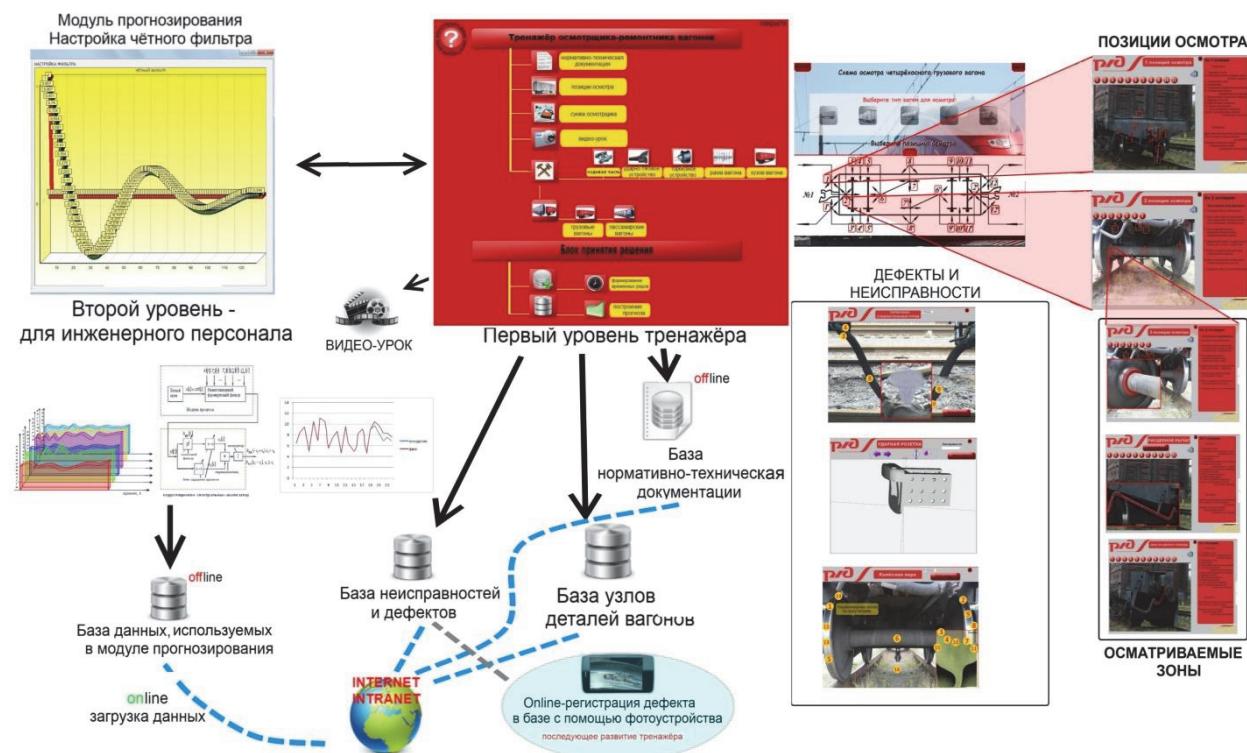
рядов производственных потоков.

Компьютерный обучающий комплекс для технического и управленческого персонала предприятий вагонной дирекции был создан как платформа для апробации и внедрения в технологический процесс аппарата идентификации и построения прогнозов изменчивости временных последовательностей производственных потоков. При реализации процедур идентификации и прогнозирования осуществляется циклическое сканирование исследуемого процесса для уточнения модели временного ряда

Моделирование (имитация) производственного процесса, ситуаций окажет существенную помощь при изучении персоналом технологии осмотра вагонов. Поэтому разработка программных комплексов для целей дистанционного обучения и приобретения тренинговых навыков является актуальной [1, 2, 3]. В программный комплекс-тренажер включены все блоки, позиции, устройства и процедуры, соответствующие технологической карте осмотра вагонов, утвержденной ОАО “РЖД”.

Создание базы данных неисправностей вагонов, возникающих в процессе эксплуатации, имеет актуальное значение. Её дальнейшая обработка статистическими и корреляционно-спектральными методами и методами прогнозирования предназначена для формирования правильных управленческих решений по использованию материальных и трудовых ресурсов.

На рис. 2 показаны технологический алгоритм



**Рис. 2.** Взаимодействие и содержание модулей компьютерного комплекса.



Рис. 3. Интерфейс манипулирования узлами вагонов. Интерфейс дефектов.

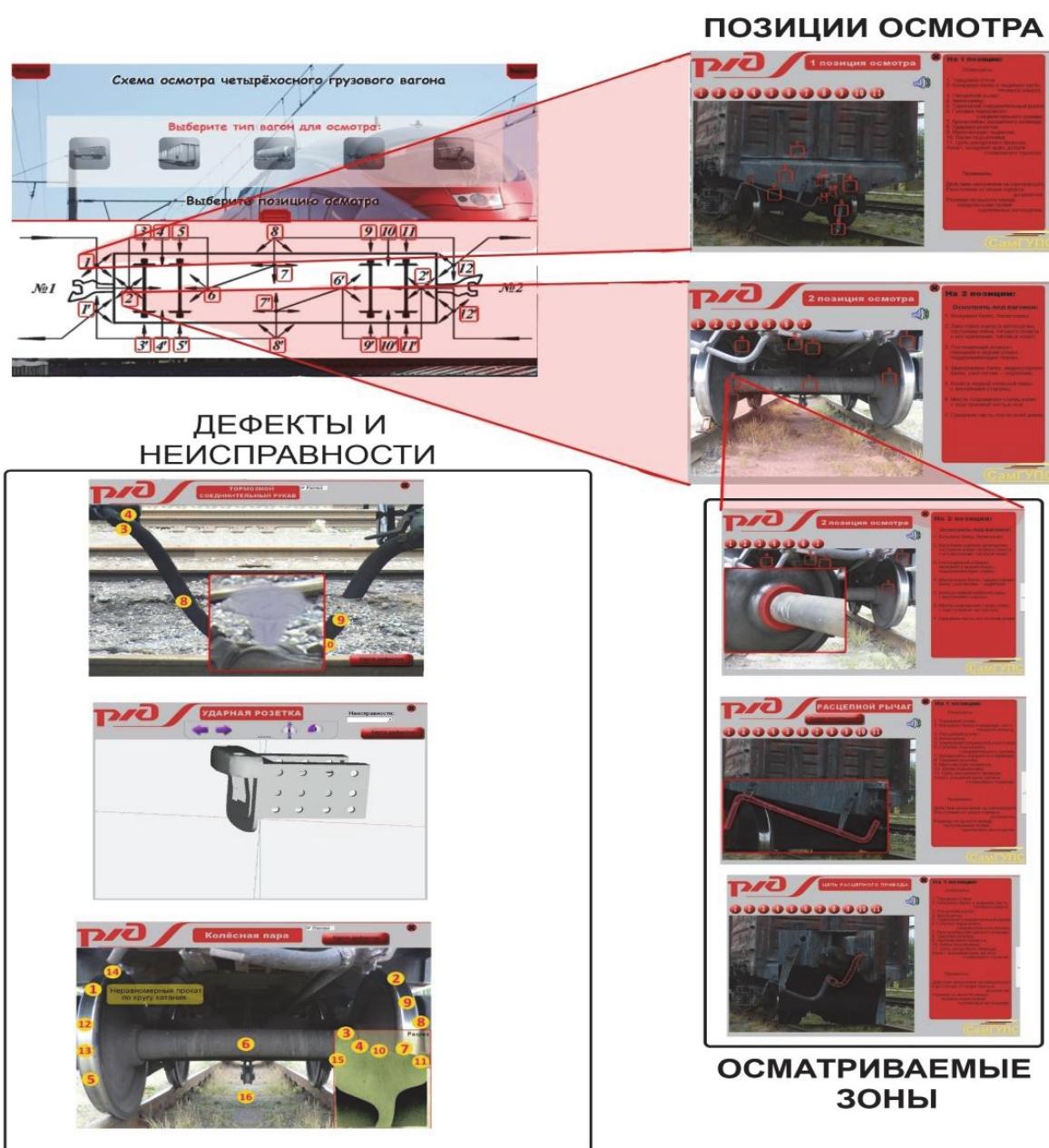


Рис. 4. Схема функционирования программных модулей.

реализации комплекса, интерфейс структуры тренажера, алгоритм функционирования программных модулей, модуль анализа временных рядов с корреляционно-спектральным анализатором.

Основным блоком является модуль осмотра по 12-ти позициям. Интерфейсы каждой позиции осмотра имеют две зоны: 1) – изображение реального вагона с соответствующего ракурса с активными маркерами; 2) - текстовое поле с перечнем узлов осмотра, которое можно при необходимости свернуть или развернуть. Модуль “Диагностика узлов вагона” содержит подмодули основных узлов вагона (ходовая часть, ударно-тяговые устройства, тормозное оборудование, рама вагона, кузов вагона), базу видов неисправностей, подпрограмму - инструменты и приспособления.

Все мультимедийные объекты хранятся в зашифрованном виде в базах данных MS Access.

Исходя из целесообразности, диагностируемые узлы представлены либо видео файлом, либо в 3D формате. В блоке “Диагностика узлов вагона” в меню “Ходовая часть” применен следующий алгоритм обучения и взаимодействия с программой: типовые виды колесных пар, интерактивная модель с возможностью манипуляции объектом (рис. 3), окно с методикой осмотра и выявления неисправностей, файл типовых неисправностей на виртуальной модели, модуль манипуляции инструментами и шаблонами, файл видео-сюжет с неисправностями и дефектами на реальном объекте, технологическая карта с неисправностями. Каждый блок завершается тестовой работой.

Программный комплекс, созданный в программной среде Delphi7, может быть использован для обучения эксплуатационного и ремонтного персонала, технологов ОАО “РЖД”; в образовательном процессе для студентов.

Ценность и функциональность тренажера существенно повышается, за счет включения модуля по сбору, хранению и обработке информации по дефек-

там и неисправностям. Массивы данных обрабатываются методами идентификации с целью получения моделей для дальнейшего использования их в прогнозах [4]. Блок принятия решения предназначен для формирования рекомендаций и оптимальных управленческих шагов и решений по оптимизации материальных и трудовых ресурсов. Эти блоки могут быть использованы при проведении тренинговых мероприятий с персоналом управленческого звена.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Царыгин М. В., Кленюшин Д. С., Буштрук Т. Н. Компьютерный обучающий комплекс осмотрщика-ремонтника вагонов. Молодежь и современные информационные технологии // Сборник трудов IX Всероссийской научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых “Молодежь и современные информационные технологии”. Томск, 10-13 мая 2011 г., ч. 2. Томск: Изд-во СПБ Графикс. С. 152 -153.
2. Буштрук А. Д., Буштрук Т. Н., Царыгин М. В., Кленюшин Д. С. Компьютерный тренажёр осмотрщика-ремонтника с интерактивными моделями и блоком прогнозирования // Наука и образование транспорту: материалы V Всероссийской научно-практической конференции (2012; Самара). Самара: СамГУПС, 2012. С. 132-135.
3. Кленюшин Д. С., Буштрук Т. Н., Буштрук А. Д., Царыгин М. В. Обучающая программа по обнаружению дефектов литых деталей тележек вагонов с модулем идентификации и прогнозирования // Наука и образование транспорту: материалы V Международной научно-практической конференции (2012; Самара). Самара: СамГУПС, 2012. С. 138-140.
4. Буштрук А. Д., Буштрук Т. Н., Фазлыев И. И. Корреляционно-спектральный метод идентификации квазистационарных временных процессов с разрешением противоречия между точностью и быстродействием // А и Т. 2011. № 7. С. 147-158.
5. Буштрук А. Д., Буштрук Т. Н. Структурная идентификация нелинейных динамических объектов в режиме пассивного эксперимента // Автоматика и телемеханика. 2001. № 8. С. 61-67.
6. Буштрук А. Д., Буштрук Т. Н. Корреляционно-спектральный метод идентификации квазистационарных временных процессов // Автоматика и телемеханика. 2005. № 2. С. 46 – 54.

## COMPUTER STUDYING COMPLEX FOR ENTERPRISE STAFF OF THE RAIL CAR DEPOT WITH MULTIMEDIA DATA BASE

© 2014 T.N. Bushtruk<sup>1</sup>, M.V. Tsarygin<sup>1</sup>, A.A. Bushtruk<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Samara State Transport University

<sup>2</sup> Samara State Aerospace University named after Academician S.P. Korolyov  
(National Research University)

Computer studying complex is realized for technical and management staff of the rail car depot. There are identification of time processes modules and time series prediction algorithms. The correlation obtained gives the solution of the formed filter identification.

*Key words:* computer studying complex, identification of time processes, nonlinear correlative-spectral analyzer, multimedia data base.

Tat'iana Bushtruk, Candidate of Technics, Associate Professor at the Electrical Engineering Department. E-mail: btsam@mail.ru  
Maksim Tsarygin, Graduate Student at the Electrical Engineering Department. E-mail: max\_crazzy@mail.ru  
Aleksandr Bushtruk, Student. E-mail: btsam@mail.ru