

УДК 681.518.5:656.2

# СИСТЕМА ИДЕНТИФИКАЦИИ ПО ГЕОМЕТРИЧЕСКИМ ПАРАМЕТРАМ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ПОДВИЖНОГО СОСТАВА, УСТОЙЧИВАЯ К ИЗМЕНЕНИЯМ СКОРОСТИ ДВИЖЕНИЯ

**М.В. Ромкин**

*Куйбышевская дирекция инфраструктуры – ОАО «РЖД»*  
Россия, 443030, Самара, ул. Товарный двор, 18  
E-mail: [romkinmaks@rambler.ru](mailto:romkinmaks@rambler.ru)

**В.А. Засов**

*Самарский государственный университет путей сообщения (СамГУПС)*  
Россия, 443066, Самара, ул. Свободы, 2-В  
E-mail: [vzasov@mail.ru](mailto:vzasov@mail.ru)

**Ключевые слова:** система идентификации, железнодорожный подвижной состав, геометрические параметры, неравномерность движения, коррекция измерений, алгоритм работы.

**Аннотация:** В работе предложена система идентификации по геометрическим параметрам железнодорожного подвижного состава, обеспечивающая надежную идентификацию типов подвижных единиц в условиях неравномерного движения поезда. Особенностью предложенной системы, обеспечивающей надежную идентификацию, является коррекция измеренного расстояния от оси последней колесной пары подвижной единицы до оси первой колесной пары следующей подвижной единицы в зависимости от величины и знака ускорения, т.е. компенсации ошибки измерения, вызванной неравномерностью движения поезда. Описывается алгоритм работы системы идентификации и определена область ее эффективного применения.

## 1. Введение

Работа современных систем идентификации железнодорожного подвижного состава основана на считывании информации с бортовых датчиков (транспондеров) или меток, установленных на подвижном составе. Считывающие устройства в таких системах являются сложными и дорогостоящими, что ограничивает применение идентификации крупными узловыми станциями. Кроме того, существует высокая вероятность поломки бортовых датчиков в процессе проведения погрузочно-разгрузочных, маневровых работ, и на надежность идентификации также влияют погодные и климатические условия.

В работах [1, 2] показано, что идентификацию типов подвижного состава можно производить, контролируя сочетания их конструктивных параметров, таких как количество осей, расстояния между осями колесных пар, габаритные размеры по осям авто-

сцепок и др. Эти конструктивные, в основном, геометрические параметры, естественным образом присущи всем типам подвижных единиц и не требуют установки на последних специальных устройств. Измерение геометрических параметров и идентификацию возможно производить на базе широко применяемого на железнодорожных станциях Российской Федерации комплекса технических средств мониторинга (КТСМ) нагрева букс вагонов.

Важным фактором, снижающим надежность идентификации на основе геометрических параметров, является существенная погрешность измерения величин межосевых расстояний колесных пар соседних подвижных единиц при движении поезда с изменяющейся скоростью (с разгоном или торможением). Неправильное определение этого расстояния может привести к ошибкам или возникновению неопределенности при определении типа подвижной единицы.

Поэтому разработка устойчивой к изменениям параметров движения системы идентификации по геометрическим параметрам железнодорожного подвижного состава является актуальной задачей, решению которой посвящена настоящая работа.

## 2. Система идентификации железнодорожного подвижного состава, устойчивая к изменениям скорости движения

### 2.1. Выбор и обоснование геометрических параметров

#### для идентификации железнодорожного подвижного состава

Для идентификации типов железнодорожного подвижного состава предлагается применять следующие геометрические параметры – межосевые расстояния, представленные на рис. 1 и разделенные на классы  $M^{(v)}$ ,  $M^{(t)}$ ,  $M^{(go)}$ .

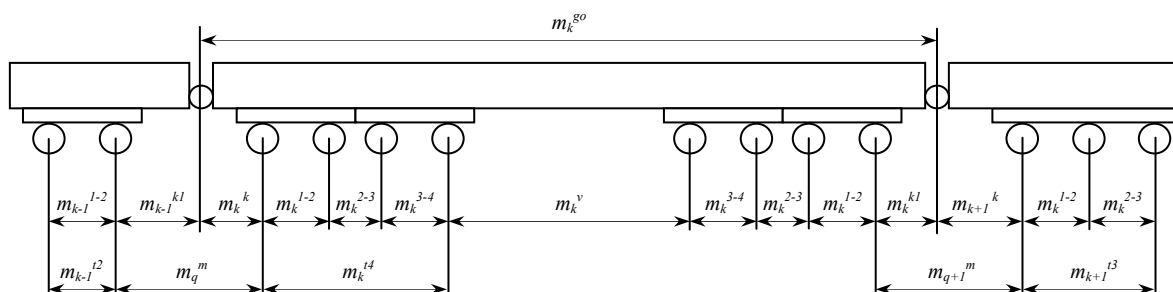


Рис. 1. Межосевые расстояния подвижной единицы и их взаимное расположение.

На рис. 1 приняты следующие обозначения.

$m_k^v \in M^{(v)}$  – межосевое расстояние между последней колесной парой первой тележки и первой колесной парой второй тележки объекта железнодорожного подвижного состава.

$m_k^{i4}$  – расстояние (расстояния) между осями в тележке. Для четырехосной ( $i = 4$ ), трехосной ( $i = 3$ ) и двухосной ( $i = 2$ ) тележек данное расстояние будет соответственно:

$$m_k^{i4} = m_k^{1-2} + m_k^{2-3} + m_k^{3-4},$$

$$m_k^{i3} = m_k^{1-2} + m_k^{2-3},$$

$$m_k^{i2} = m_k^{1-2},$$

где  $m^{1-2} \in M^{(t)}$  – расстояние между осями первой и второй колесных пар тележки,  $m^{2-3} \in M^{(t)}$  – расстояние между осями второй и третьей колесных пар тележки,  $m^{3-4} \in M^{(t)}$  – расстояние между осями третьей и четвертой колесных пар тележки.

$m_k^k$  и  $m_k^{k1}$  – расстояния от оси автосцепки до оси крайней колесной пары разных концов подвижной единицы.

$m_k^{go} \in M^{(go)}$  – габаритная длина единицы подвижного состава по осям автосцепки, определяемая следующим образом:

$$m_k^{go} = m_k^k + m_k^{ti} + m_k^v + m_k^{ti} + m_k^{k1}.$$

Таким образом, типы  $e_k$  подвижных единиц железнодорожного транспорта предложено идентифицировать на основе определения следующих геометрических параметров – межосевых расстояний [1, 2, 3]:

$$e_k = \{m_k^{go}, m_k^{ti}, m_k^v\}.$$

Проведенный системный анализ технической и справочной документации и натурные эксперименты подтвердили достоверность предложенного подхода и возможность однозначной идентификации различных типов подвижных единиц железнодорожного транспорта: локомотивов (электровозов и тепловозов различных модификаций), пассажирских вагонов, грузовых вагонов (крытых вагонов, полувагонов, платформ, хоппелов, цистерн, думпкаров, транспортеров и др.), мотрис, дрезин [1, 2, 3].

Существенным фактором, влияющим на надежность идентификации на основе геометрических параметров, является разброс величин межосевых расстояний, используемых для описания типов единиц подвижного состава.

Межосевые расстояния, используемые для идентификации типов единиц подвижного состава, можно разделить на две группы.

К первой группе относятся межосевые расстояния, величины которых определяются технологией изготовления подвижных единиц и являются практически постоянными (разброс не более 10 мм) для различных режимов движения поезда. Это, например, расстояния между осями в тележках подвижных единиц.

Ко второй группе относятся межосевые расстояния, величина которых зависит от величины ускорений при движении подвижной единицы. Таким является расстояние от оси последней колесной пары подвижной единицы до оси первой колесной пары следующей подвижной единицы. Это расстояние образуется навесными частями сцепленных подвижных единиц и автосцепкой, содержащей поглощающий аппарат для демпфирования ударных нагрузок при тяговых и тормозных усилиях.

Из-за наличия демпфирующих элементов (пружинных, фрикционных, резинометаллических) в поглощающем аппарате автосцепки при торможении или разгоне величина вышеуказанного межосевого расстояния изменяется: при торможении расстояние уменьшается, а при разгоне расстояние увеличивается. Величина изменения расстояния для разных типов вагонов при торможении и разгоне (тяге) составляет от 75 до 110 мм.

Расстояние от оси последней колесной пары подвижной единицы до оси первой колесной пары следующей подвижной единицы используется для расчета габаритной длины подвижной единицы по осям автосцепки, которое является одним из идентификационных признаков типа подвижной единицы. Неправильное определение этого расстояния при движении поезда с изменяющейся скоростью (с разгоном или торможением) может привести к ошибкам или возникновению неопределенности при определении типа подвижной единицы.

Поэтому при измерении расстояний от оси последней колесной пары подвижной единицы до оси первой колесной пары следующей подвижной единицы, предлагается

использовать коррекцию ошибок, основанную на определении величины и знака ускорения движения [4].

Методами разделения сигналов, приведенными в [5, 6], производится вычисление величин межосевых расстояний, в которых искажающее влияние ускорения устранено. Таким образом обеспечивается надежная идентификации подвижного состава в условиях неравномерного движения поезда.

## 2.2. Алгоритм работы системы идентификации железнодорожного подвижного состава

Алгоритм работы системы идентификации железнодорожного подвижного состава, устойчивой к изменению скорости его движения [4], приведен на рис. 2.

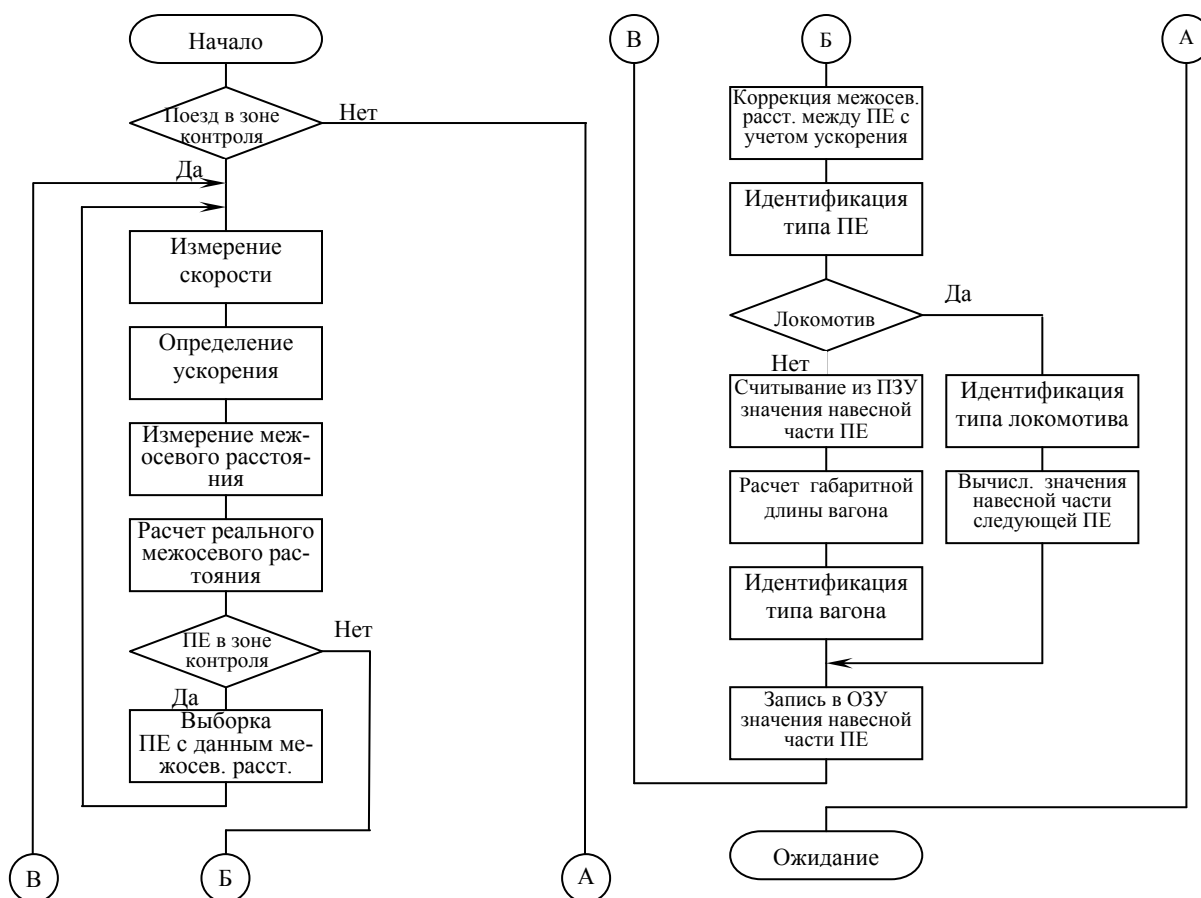


Рис. 2. Алгоритм работы системы идентификации железнодорожного подвижного состава, устойчивой к изменению скорости движения.

При заходе поезда в зону контроля системы идентификации на рельсовую цепь происходит включение измерительных и вычислительных средств системы.

После прохода первой и второй колесных пар подвижной единицы (ПЕ) в зоне контроля, производится определение скорости движения, определение ускорения, измерение межосевого расстояния между осями первой и второй колесных пар, после чего, при уже известной скорости движения, рассчитывается реальное межосевое расстояние [5, 6]. Далее по этому межосевому расстоянию выбирается группа типов единиц подвижного состава, которые имеют данное межосевое расстояние. Измерение всех расстояний между осями соседних колесных пар в подвижном составе производится ана-

логично вышеописанному. Последующий расчет межосевых расстояний позволяет уменьшить количество подвижных единиц, входящих в группу, т. е. последовательно уточнять тип единицы железнодорожного подвижного состава.

После выхода подвижной единицы из зоны контроля и измерения расстояния между осями последней колесной пары прошедшей подвижной единицы и первой колесной пары следующей подвижной единицы, при уже известном ускорении движения, корректируется измеренное межосевое расстояние. Одновременно с этим производится идентификация класса подвижной единицы (вагон, локомотив).

Если единица подвижного состава – локомотив, то производится идентификация его типа, выборка из постоянного запоминающего устройства (ПЗУ) значения длины навесной части локомотива, расчет величины расстояния от оси автосцепки до первой колесной пары следующей подвижной единицы и запись этой величины в ОЗУ системы.

Если единица подвижного состава – вагон, производится считывание из ОЗУ значения длины навесной части, расчет габаритной длины вагона по осям автосцепки, идентификация типа вагона, расчет величины расстояния от оси автосцепки до первой колесной пары следующей подвижной единицы и запись этой величины в ОЗУ системы.

Идентификация следующих за первой единиц подвижного состава, производится аналогично, т.е. алгоритм работы системы является циклическим. После проследования составом зоны контроля система идентификации переходит в режим ожидания.

### 3. Заключение

Предложена система идентификации по геометрическим параметрам железнодорожного подвижного состава железнодорожного транспорта, обеспечивающая надежную идентификацию типов подвижных единиц в условиях неравномерного движения поезда. Описывается алгоритм работы системы, позволяющий компенсировать ошибки измерений, возникающих при изменениях скорости движения поезда.

Считывающие устройства рассмотренной системы целесообразно устанавливать на промежуточных станциях между крупными узловыми станциями, что позволит осуществить более эффективный контроль за размещением подвижного состава на полигонах железных дорог.

### Список литературы

1. Засов В.А., Ромкин М.В. Система идентификации по геометрическим параметрам подвижного состава железнодорожного транспорта // Вестник транспорта Поволжья. 2010. № 3 (23). С. 16-23.
2. Ромкин М.В. Устройство идентификации единиц подвижного состава // Патент на полезную модель № 78159 от 20.11.2008.
3. Ромкин М.В. Программный комплекс для идентификации единиц подвижного состава // Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2008615682 от 28.11.2008.
4. Засов В.А., Ромкин М.В. Устройство идентификации единиц подвижного состава // Патент на полезную модель № 154205 от 6.10.2014.
5. Засов В.А., Тарабардин М.А., Никоноров Е.Н. Идентификация входных сигналов в задачах контроля и диагностики динамических объектов // Труды IV Международной конференции по проблемам управления. М.: Институт проблем управления им. В.А. Трапезникова РАН, 2009. С. 1478-1486.
6. Засов В.А., Тарабардин М.А., Никоноров Е.Н. Адаптивный1 компенсатор помех // Патент на полезную модель № 100865 от 16.06.2010.