

ЖУКОВИЦКИЙ И. В., д.т.н., профессор,  
ЕГОРОВ О. И., к.т.н. (Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта имени академика В. Лазаряна)

## Процедура идентификации поездов с использованием информации АСК ВП УЗ Е

*Построение информационно-управляющих систем, систем контроля движения подвижных единиц, как в пределах станции, так и на прилегающих к ней путях, тесно связано с использованием систем идентификации. В работе описывается метод идентификации, позволяющий определять поезд, проходящий специальный измерительный участок, из списка возможных поездов. Для этого используются данные идентификации вагонов поезда на этом контрольном участке и данные информационных систем верхнего уровня о поездах, которые могут в это время следовать через данный участок.*

**Ключевые слова:** метод идентификации, идентификация подвижного состава, контрольный участок, межосевые расстояния, точечный путевой датчик, АСК ВП УЗ Е.

### Вступление

Развитие средств вычислительной техники, железнодорожной автоматики, моделей и методов обработки и хранения данных позволило реконструировать, усовершенствовать многие информационно-управляющие системы на железнодорожном транспорте. Такие системы позволяют решать многие задачи связанные с повышением качества управления вагонопотоками, уменьшение себестоимости грузоперевозок, повышение безопасности и т.д. Одним из ключевых аспектов функционирования этих систем является непосредственно информация об объектах управления. Источниками данной информации могут быть различные подсистемы организации ввода данных, как автоматизирование, так и все еще использующие ручной ввод.

Системы идентификации подвижных единиц позволяют автоматизировать ввод некоторых данных, в зависимости от задач идентификации. В основном можно выделить три направления идентификации: определение динамических, статических характеристик подвижных единиц и номеров вагонов. В данной работе мы будем рассматривать только два последних видов идентификации. Идентификация статических характеристик подвижных единиц включает в себя определение количества осей, осьность и количество подвижных единиц, расстояния между осями подвижных единиц и, как результат, тип подвижных единиц [1 - 3]. Идентификация происходит на специально оборудованных средствами железнодорожной автоматики участках дороги. Результаты идентификации таких систем сильно

зависят от многих факторов, таких как скорость и ускорение движения, точность фиксации колеса датчиком и т.д., что в свою очередь влияет на их достоверность. Поэтому такие системы имеют ограниченный круг применения. Для определения номеров вагонов были предприняты попытки разработки и внедрения систем, использующих разнообразные методы передачи информации на расстояние. Наиболее удачными из них были системы, использующие телевизионно-цифровые комплексы и RFID-системы. Первые из них, использующие наборы видеокамер и средств распознавания изображения, не получили широкого распространения и в основном используются лишь на некоторых не многочисленных станциях [4]. Вторые, использующие вагонные датчики и устройства считывания с них информации на расстоянии при помощи микроволн, оказались дорогостоящими и трудоемкими, с точки зрения их внедрения и сопровождения. На сегодняшний день они находятся в «замороженном» состоянии [5, 6].

Системы идентификации позволяют получить различную информацию на разных технологических этапах обработки вагонопотоков. Так на сортировочных станциях, которые представляют собой сложные технико-информационные структуры, отслеживание подвижных единиц ведется постоянно, в любой момент времени необходимо точно знать об их местонахождении. При прибытии и отправлении поезда на сортировочной станции происходит списывание номеров каждой подвижной единицы; постоянно ведется отслеживание движения составов и отдельных отцепов по путям парков сортировочной станции при помощи напольного оборудования; при скатывании отцепов с горки происходит определение их динамических характеристик и контроль

правильности роспуска составов. Различные информационно-управляющие системы на сортировочных станциях, выполняя технологические операции на сортировочных станциях, также остро нуждаются в информации об объектах управления [7 - 9].

В данной работе решается задача определения поезда прошедшего контрольный участок при подходе к станции из списка возможных поездов. При этом используется информация о поездах, полученная из АСК ВП УЗ Е и результаты идентификации отдельных вагонов поезда на контрольном участке.

### Цель работы

Целью данной работы является разработка процедуры, которая позволит идентифицировать поезд, сопоставив данные полученные с информационной системы верхнего уровня и данные, полученные при идентификации вагонов поезда после прохождения контрольного участка.

### Общее описание метода идентификации поезда

Общее описание метода идентификации поезда с использованием контрольного участка и информации АСК ВП УЗ Е представлено в работе [10].

Метод идентификации состоит из следующих этапов:

- определение статических характеристик вагонов поезда;
- формирование возможных комбинаций номеров каждого из вагонов;
- сопоставление данных телеграмм натурных листов (ТГНЛ), полученных в АСК ВП УЗ с рассчитанными комбинациями номеров вагонов.

Определение статических характеристик вагонов поезда и его локомотива выполняется на стандартном трехточечном контрольном участке. Схема контрольного участка идентификации поезда приведена на рис. 1.

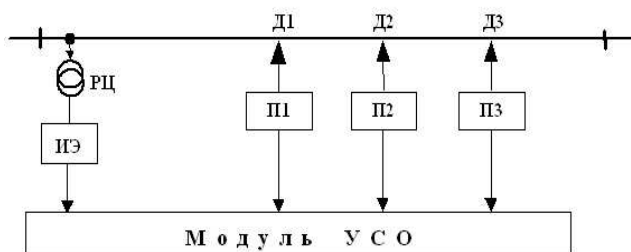


Рис. 1. Структура контрольного участка идентификации поезда:

Д1, Д2, Д3 – точечные путевые датчики;  
П1, П2, П3 – преобразователи сигналов от датчиков;  
РЦ – рельсовая цепь; ПЭ – исполнительный элемент.

Данный контрольный участок позволяет замерять интервалы времени между наездом каждого колеса поезда на каждый из датчиков.

Для идентификации поезда были использованы разработанные или усовершенствованные ранее методы идентификации [11, 12], позволяющие определить следующие его характеристики:

- количество вагонов в поезде;
- осьность каждого вагона;
- тип каждого вагона;
- длину каждого вагона.

Каждому вагону поезда по определенным характеристикам ставится в соответствие один или несколько вагонов из всего парка грузовых вагонов. Для этого разработана база данных грузовых вагонов парков железных дорог колеи 1520 мм, которая содержит следующие параметры:

- условный код подвижной единицы;
- осьность подвижной единицы;
- расстояние от головки автосцепки до крайнего колеса подвижной единицы;
- расстояние между колесами внутри тележки;
- расстояние между внутренними осями подвижной единицы;
- расстояние между крайними колесами подвижной единицы;
- тип подвижной единицы.

Для выявления соответствия между определенным типом вагона и его возможными инвентарными номерами использовалась 8-значная система нумерации грузовых вагонов колеи 1520 мм. Нумерация грузовых вагонов имеет два вида:

- система нумерации инвентарных грузовых вагонов парков железных дорог;
- система нумерации собственных грузовых вагонов парков железных дорог.

В первом случае возможно определение 4 цифр номера, а именно (рис. 2):

- 1-я цифра: тип вагона;
- 2-я цифра: осьность вагона;
- возможные варианты 3-й цифры: тип вагона (для вагонов у которых 1-я цифра равна 3 или 9);
- возможные варианты 7-й цифры: длина вагона.

Во втором случае также возможно определение 4-х цифр вагона, но только 1-ю, 2-ю, 3-ю и 4-ю цифры. При этом первая цифра всегда равна 5. Кодирование 2-й, 3-й и 4-й цифр выполнено некоторым случайным образом, без применения систематизации.

Все выше описанные правила формирования номеров вагонов были занесены в систему идентификации поездов.

Выбор точечного путевого датчика для его использования на контрольном участке идентификации подвижных единиц имеет одно из главных значений, которое впоследствии значительно влияет на качество идентификации.

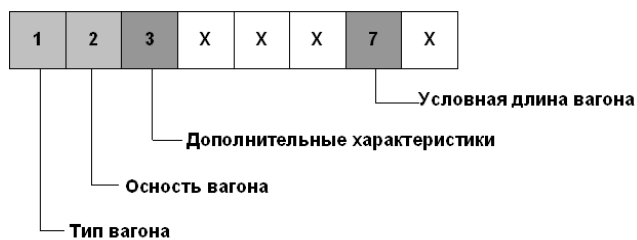


Рис. 2. Система нумерации инвентарных грузовых вагонов парков железных дорог

Основные требования, предъявляемые к датчику, следующие:

- точность фиксации колеса подвижной единицы;
- правильность работы при любых скоростях движения подвижных единиц;
- низкая вероятность сбоев.

Изучив ряд точечных путевых датчиков, используемых на железных дорогах нашей страны, согласно вышеописанным параметрам были выбраны следующие датчики: ДЕ-96 отечественного производства и ДПД-01 производства России.

Для сопоставления данных ТГНЛ и рассчитанных комбинаций номеров вагонов была разработана специальная процедура. Алгоритм данной процедуры представлен на рис. 3.

Описание алгоритма идентификации поезда:

– исходными данными для идентификации поезда являются замеренные интервалы времени между наездом смежных колес подвижных единиц  $t_1, t_2, \dots, t_{k-1}$ , где  $k$  – количество осей поезда (блок 2);

– на основании замеренных временных интервалов вычисляются значения межосевых расстояний (блок 3);

– с использованием однотоочечного метод идентификации подвижных единиц [1, 12] выбираются расстояния между внутренними осями подвижных единиц  $S'_{вн1}, S'_{вн2}, \dots, S'_{внм}$  и вычисляется их оснoсть  $Os'_1, Os'_2, \dots, Os'_m$ , где  $m$  – количество подвижных единиц в составе поезда (блок 4);

– для каждого идентифицируемого вагона формируется вектор его возможных номеров  $mS_1, mS_2, \dots, mS_m$  (блок 5);

– для каждого  $j$ -го поезда по данным ТГНЛ формируется массив номеров вагонов  $TGNLCar_{j,i}$  и массив количества вагонов в каждом поезде  $Q_j$  (блок 6);

– выполняется последовательный перебор и сравнение данных ТГНЛ поездов и данных, полученных в процессе идентификации поезда (блоки 7 – 17), где  $N$  – количество обрабатываемых поездов,  $hit$  – количество совпадений,  $miss$  – количество различий,  $flag$  – флаг превышения значения коэффициента качества идентификации,  $i$  – индекс

вагона в списке ТГНЛ,  $v$  – индекс вагона идентифицируемого поезда;

– расчет показателя совпадения для каждого поезда (блок 18);

– определение поезда с максимальным значением показателя совпадения (блок 19).

Результатом выполнения процедуры является специальный показатель совпадения, рассчитанный для каждого из возможных поездов по следующей формуле:

$$P_j = \frac{K_j}{\sum_{j=1}^N K_j}, \quad (1)$$

где  $P_j$  – показатель совпадений для  $j$ -го поезда;  $K_j$  – количество совпадений для  $j$ -го поезда;  $N$  – количество идентифицируемых поездов.

По значению показателя совпадения определяется искомый поезд. При этом особое внимание стоит уделить выбору значения показателя качества идентификации, т.к. именно этот показатель влияет на конечный результат идентификации.

Для апробации и проверки правильности работы предложенного метода идентификации поезда было выбрано имитационное моделирование. Разработанная имитационная модель содержит информацию о более чем 50-ти поездах. Данные о поездах были получены из информационных систем станции Запорожье-Левое за двое суток. Результаты имитационного моделирования показали, что разработанная процедура для метода идентификации поездов с использованием ТГНЛ обладает высокой надежностью и правильностью работы.

## Выводы

По результатам применения различных методов идентификации подвижных единиц с использованием контрольных участков и установленных на них средств железнодорожной автоматики, были сделаны следующие выводы:

– при разработке систем идентификации наиболее правильно рассматривать вопрос о совместном использовании на одном контрольном участке двух и более методов идентификации, пригодных для данного контрольного участка с учетом его конструктивных особенностей; подобная интеграция приведет к повышению достоверности идентификации;

– в процессе идентификации целесообразно использовать дополнительную информацию, представленную в документах автоматизированных систем управления верхнего уровня;

Разработанная процедура определения соответствия данных информационных систем верхнего уровня и данных идентификации, полученных на контрольном участке, в полной мере соответствует поставленным целям и повышает достоверность идентификации подвижных единиц и поезда в целом.

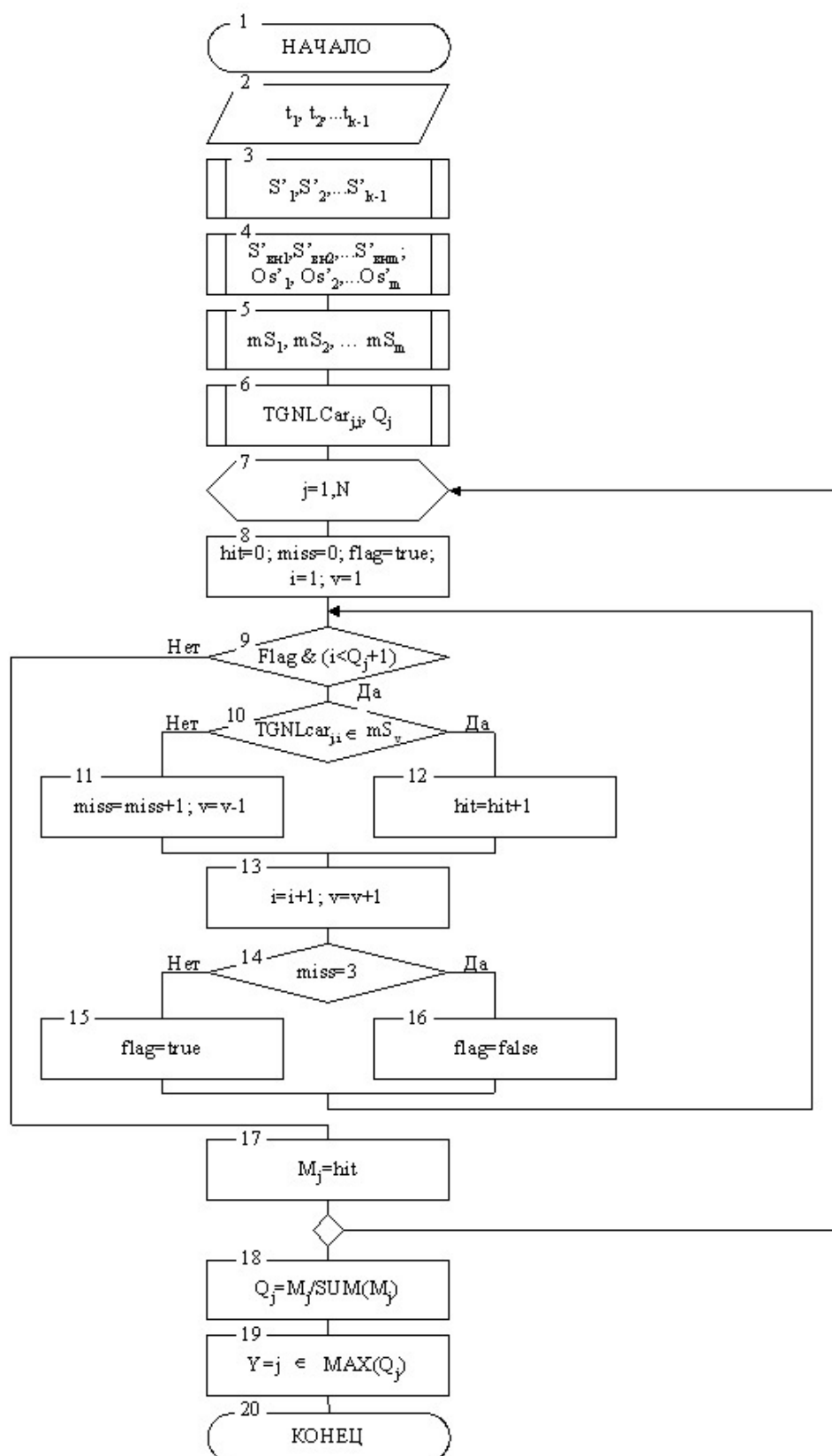


Рис. 3. Алгоритм процедуры идентификации поезда с использованием ТГНЛ

## Література

1. А. с. № 1039777 СССР, МКИЗ В 61 L 1/16. Устройство счета вагонов / Соболев Ю. В., Попов О. С., Загарий Г. И., Сеница А. И., Бобров П. М., Унтилов В. П., Иванов В. Г., Суд Э. Н. (СССР). – 3401170/27–11; заявл. 24.02.82; опубл. 07.09.83, Бюл. № 33, 4 с.
2. А. с. № 1652157 СССР, МКИЗ В 61 L 1/16. Устройство для распознавания типа подвижной единицы подвижного состава / Попов О. С., Унтилов В. П., Воронько В. А., Котелевец В. Н., Яценко В. И. (СССР). – 4671968/11; заявл. 03.04.89; опубл. 30.05.91, Бюл. № 20, 6 с.
3. А. с. № 1787845, МКИЗ В 61 L 1/16. Устройство для опознания типа вагонов / Захаров В. А., Черненко В. М. – 4721169/11; заявл. 31.05.89; опубл. 15.01.93, Бюл. № 2, 3 с.
4. Косилов, Р.А. Телевизионно-цифровой комплекс считывания номеров вагонов / Р. А. Косилов, А. В. Кекало, Е. В. Рубцов, А. Н. Рябинин // Автоматика, телемеханика и связь. – 1998. – № 3. – С. 12–14.
5. Система автоматической идентификации транспортных средств "Пальма" / В. В. Белов, В. А. Буянов, М. Д. Рабинович и др. // Железнодорожный трансп. – 2002. – № 8. – С. 54–59.
6. Филатов, А. Система автоматической идентификации железнодорожного подвижного состава / А. Филатов // Железнодорожный трансп. – 1999. – № 9. – С. 68–70.
7. Wagon-flow allocation optimization of stage plan at marshaling station in consideration of different size limitations of departure trains / H.-D. Li, S.-W. He, Y. Jing, S. Wang // J. of the China Railway Society. – 2012. – Vol. 34, № 7. – P. 10–17.
8. Вернигора, Р. В. Аналіз інтенсивності вантажних поїздопотоків на сортувальних станціях України / Р. В. Вернигора, Л. О. Єльнікова // Зб. наук. праць ДНУЗТ: Серія "Транспортні системи і технології перевезень", Вип. 6. – Д.: ДНУЗТ, 2013. – С. 32–35.
9. Лаврухін, О. В. Побудова моделі оптимізації пропуску поїздів на підходах до сортувальної станції [Текст] / О. В. Лаврухін, П. В. Долгополов, Ю. В. Доценко // Східно-Європейський журнал передових технологій. – Харків: 2013. – Вип. 64. – С. 15–17.
10. Жуковичкий, И. В. Автоматизированная идентификация подвижных единиц и поездов в целом / И. В. Жуковичкий, О. И. Егоров // Информационно-управляющие системы на железн. трансп. – 2012. – № 6. – С. 77–82.
11. Егоров, О. И. Исследование погрешности определения типа подвижных единиц на железнодорожном транспорте / О. И. Егоров // Зб. наук. пр. Київського ун-ту економіки і технологій трансп. – 2003. – Вип. 4. – С. 36–41.
12. Егоров, О. И. Метод определения осности и количества подвижных единиц в отцепе / О. И. Егоров // Информационно-управляющие системы на железн. транспорте. – 1999. – № 4. – С. 6–8.

**Жуковицький І. В., Єгоров О. Й. Процедура ідентифікації поїздів з використанням інформації АСК ВП УЗ.** Побудова інформаційно-керуючих систем, систем контролю руху рухомих одиниць, як в межах станції, так і на прилеглих до неї шляхах, тісно пов'язане з використанням системами ідентифікації. У роботі описується процедура методу ідентифікації, який дозволяє визначати поїзд зі списку можливих поїздів. Для цього використовуються дані ідентифікації поїзда на контрольній ділянці і дані інформаційних систем верхнього рівня.

**Ключові слова:** метод ідентифікації, ідентифікація рухомого складу, контрольна ділянка, міжосьові відстані, точковий шляховий датчик, АСК ВП УЗ Е.

**Zhukhovyts'kyi Igor, Yehorov Oleh. The procedure for the identification of trains using information ASK VP UZ E.** Building information and control systems, rolling unit traffic control systems, both within the station and on the adjacent tracks, is closely connected with identification systems. This paper describes the procedure of the identification method allowing detecting a train from the list of possible ones. The data of train identification on the control section and the data of the top-level information systems are used for this. To achieve the set purpose the simulation method and experiment planning method have been used. The simulation model which allows defining time intervals between tripping-over of rolling unit wheel sets on the point track sensors located at control sections with variable characteristics of identification devices has been developed. The values of time intervals obtained with the help of the simulation model were used in the experiment planning method to achieve the ultimate purpose. The developed simulation model of the identification method allows you to check the correct operation of different algorithms for identifying rolling units. The results of this work can be used to identify both individual rolling units and the whole train.

**Key words:** method of identification, rolling stock identification, control section, axle spacing, point track transducer, ASK VP UZ E.

Рецензент Косолапов Анатолий Аркадиевич, д.т.н., профессор каф. «Электронные вычислительные машины» (Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта имени академика В. Лазаряна)

Поступила 23.10.2015г.

**Жуковицкий Игорь Владимирович**, д.т.н., профессор, зав. каф. «Электронные вычислительные машины», Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта имени академика В. Лазаряна, ул. Лазаряна, 2, Днепропетровск, Украина, 49010, тел. +38 (056) 373 15 89, эл. почта [ivzhuk@mail.ru](mailto:ivzhuk@mail.ru), ORCID 0000-0002-3491-5976

**Егоров Олег Иосифович**, к.т.н., доцент каф. «Электронные вычислительные машины», Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта имени академика В. Лазаряна, ул. Лазаряна, 2, Днепропетровск, Украина, 49010, тел. +38 (056) 373 15 89, эл. почта [egoroffoleg@ukr.net](mailto:egoroffoleg@ukr.net), ORCID 0000-0002-8260-9463

**Zhukovytsky Igor**, doctor of engineering, professor dep «Electronic Computing Machines», Dnipropetrovsk National University of Railway Transport named after Academician V. Lazaryan, Lazaryan St., 2, Dnipropetrovsk, Ukraine, 49010, tel. +38 (056) 373 15 89, e-mail [ivzhuk@mail.ru](mailto:ivzhuk@mail.ru), ORCID 0000-0002-3491-5976

**Yehorov Oleh**, candidate of engineering dep. «Electronic Computing Machines», Dnipropetrovsk National University of Railway Transport named after Academician V. Lazarian, Lazaryan St., 2, Dnipropetrovsk, Ukraine, 49010, tel. +38 (056) 373 15 89, e-mail [egoroffoleg@ukr.net](mailto:egoroffoleg@ukr.net), ORCID 0000-0002-8260-9463.