

ФОРМАЛИЗОВАННЫЕ МЕТОДЫ СТРУКТУРНО-АЛГОРИТМИЧЕСКОГО СИНТЕЗА РЕЗУЛЬТАТОВ МОНИТОРИНГА МАССЫ ГРУЗА В СИСТЕМУ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО КОММЕРЧЕСКОГО ОСМОТРА



В.Е. Нутович

В статье приводятся описание математической и информационной моделей мониторинга массы груза, перевозимого железнодорожным транспортом, а также методы структурно-алгоритмического синтеза решений о наличии коммерческой неисправности по результатам взвешивания в единую макросистему интеллектуального коммерческого осмотра (АСКМ ИКО).

Ключевые слова: интеллектуальные транспортные системы, мониторинг массы груза, взвешивание вагонов, коммерческий осмотр вагонов, обеспечение надежности, АСКМ НП, АСКМ ИКО

EDN: GNCSFA

В целях обеспечения сохранности и безопасности грузовых перевозок железнодорожным транспортом перевозчик при приеме груза к перевозке и в пути следования контролирует массу перевозимого груза. Несоответствие фактической массы груза данным, указанным в перевозочном документе, может означать недостоверно указанные сведения грузоотправителем или, в случае существенного расхождения в меньшую сторону, быть признаком хищения. Превышение массы груза трафаретной грузоподъемности вагона становится угрозой безопасности перевозки и может привести к крушению. Также по результатам взвешивания можно выявить и иные коммерческие неисправности.

Построим математическую и информационные модели мониторинга массы перевозимого груза в

рамках всей грузовой перевозки от момента приема груза на станции назначения до выдачи груза на станции отправления. Для этого выделим из общей классификации коммерческих неисправностей [1] такие, которые могут быть выявлены по результатам взвешивания вагонов на вагонных весах (табл. 1). В классификации предусмотрим нулевой код, соответствующий отсутствию коммерческих неисправностей.

Математическая модель выявления коммерческих неисправностей по результатам взвешивания будет представлять собой некоторую функцию f , удовлетворяющую выражению:

$$y_{ij}(t) = f(pr_{ij}(t), x_{0j}(t), x_{ij}(t), v_i(t), pv_i, pves_k), \quad (1)$$

где $y_{ij}(t)$ — код коммерческой неисправности, определенный по результатам взвешивания вагона i на

Нутович Вероника Евгеньевна, кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой «Цифровые технологии управления транспортными процессами», начальник научно-образовательного центра «Интеллектуальные транспортные системы и технологии» (НОЦ 2Т) Российского университета транспорта (РУТ (МИИТ)), почетный железнодорожник, почетный работник транспорта. Область научных интересов: системный анализ, управление и обработка информации в транспортно-логистических системах, автоматизация и управление технологическими процессами и производствами в транспортно-логистических системах, интеллектуальные транспортные системы. Автор 80 научных работ, в том числе трех монографий и трех учебно-методических пособий. Имеет 55 свидетельств о государственной регистрации программы для ЭВМ.

Таблица 1

**Коммерческие неисправности, выявляемые по результатам
взвешивания вагонов на вагонных весах**

Код	Наименование	Возможность проследования вагона далее в составе поезда
0	Отсутствие коммерческой неисправности	Да
1	Перегруз сверх грузоподъемности	Нет
2	Перегруз вагона против документов	Да
3	Недогруз вагона против документов	Необходимость дополнительной проверки на наличие доступа к грузу
4	Превышение допустимой разницы нагрузки по тележкам	Нет
5	Превышение допустимой нагрузки на колесную ось	Нет
6	Остатки ранее перевозимых грузов	Да

станции j в момент времени t ; код коммерческой неисправности равен одному из допустимых значений в соответствии с табл. 1;

$pr_{ij}(t)$ — признак проведения взвешивания вагона i на станции j в момент времени t и достоверности его результатов;

$x_{ij}(t)$ — результат взвешивания вагона i на станции отправления в момент времени t ; при отсутствии взвешивания на станции отправления будем принимать данный показатель равным массе груза, указанной в перевозочном документе;

$x_{ij}(t)$ — результат взвешивания вагона i на станции j в момент времени t ;

$v_i(t)$ — сведения о вагоне i в рамках текущей грузовой перевозки в момент времени t ;

pv_i — паспортные данные о вагоне i ;

$pves_k$ — паспортные данные вагонных весов k .

Функция f учитывает ряд обстоятельств взвешивания, такие как погрешность и достоверность.

Так как взвешивание проводится на разных вагонных весах, имеющих разные погрешности и способы измерения (стационарные весы или весы, встроенные в рельс и осуществляющие взвешивание в движении), то в целях приведения результатов к возможности их сопоставления будем учитывать погрешность измерения в соответствии с документом «МИЗ115-2008. Рекомендации. Государственная система обеспечения единства измерений. Масса грузов, перевозимых железнодорожным транспортом. Измерения и учет массы груза при взаиморасчетах между грузоотправителем и грузополучателем» [2].

Так как при динамическом взвешивании может произойти резкое торможение или ускорение движения вагона, что, в свою очередь, может привести к недо-

стоверной оценке, будем дополнительно учитывать признак, формируемый электронными вагонными весами автоматически, характеризующий достоверность результатов измерения.

На основании полученного кода коммерческой неисправности $y_{ij}(t)$ будем автоматически принимать решение о необходимости отцепки вагона от состава поезда или возможности проследования далее до станции назначения:

$$r_{ij}(t) = z(y_{ij}(t)), \quad (2)$$

где $r_{ij}(t)$ — решение на станции j в момент времени t о возможности проследования вагона i до станции назначения.

Для построения единой информационной модели выявления коммерческих неисправностей по результатам взвешивания вагонов (далее — Модель мониторинга массы груза) все результаты измерений и значение показателя массы груза, указанные в перевозочном документе будем фиксировать в единой базе данных. Такой подход позволит автоматически при получении результата взвешивания от электронных вагонных весов проводить расчеты в соответствии с введенными функциями $f(1)$ и $z(2)$; определять наличие коммерческой неисправности и принимать решение о дальнейших действиях.

Для проведения расчетов в базе также будем фиксировать по результатам взвешивания: признак достоверности, нагрузку, приходящуюся на первую и на вторую тележки вагона; по паспортным данным вагона: количество осей, массу тары, допустимую осевую нагрузку, трафаретную грузоподъемность; по паспортным данным вагонных весов: погрешность измерения; по конкретной грузовой перевозке: при-

знак нахождения в составе сцепа, метод погрузки (насыпью, навалом, наливом, иное), способ определения массы груза при отправлении в соответствии с перевозочным документом, а также признаки оформления актов общей формы по результатам коммерческих осмотров.

В целях структурно-алгоритмического синтеза решений о наличии коммерческой неисправности по результатам взвешивания в единую систему интеллектуального коммерческого осмотра (далее – ИКО) в дерево декомпозиции задач коммерческого осмотра встроим соответствующий класс методо-ориентированных проверок.

Таким образом модуль взвешивания будет выступать как элемент макроструктуры ИКО, принимающий входную информацию, обрабатывающий ее и передающий выходную информацию в макросистему (рис. 1). Внутренняя схема информационных потоков модуля мониторинга массы груза представлена на рис. 2.

Математическую функцию работы модуля опишем следующим образом:

$$V_{ij} = w(y_{ij}(t), r_{ij}(t)), \quad (3)$$

где V_{ij} – выходная информация модуля с результатами обработки измерений вагона i на станции j в момент времени t ;

w – функция работы модуля мониторинга массы груза.

При проведении исследования получены функции f , z , w и построены детальные алгоритмы как внутренней работы модуля мониторинга массы груза, так и алгоритмы структурно-алгоритмического синтеза результатов его работы в систему ИКО.

Общее описание системы ИКО рассмотрено в статье [3]. Непосредственно проведение взвешивания вагонов соответствует требованиям Единого типового технологического процесса проведения коммерческого осмотра вагонов и поездов на железнодорожных

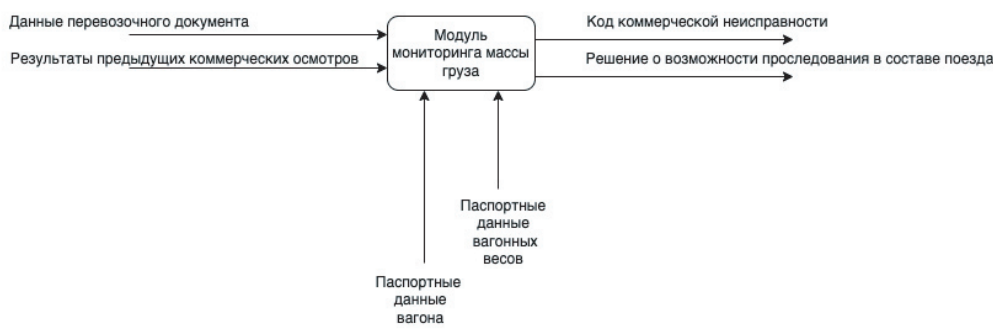


Рис. 1. Внешние информационные потоки Модуля мониторинга массы груза как элемента макроструктуры ИКО



Рис. 2. Внутренние информационные потоки Модуля мониторинга массы груза

станциях [4] и предполагает установку соответствующего весового оборудования на станциях, подключенного к сети передачи данных.

На основании приведенных в статье методов под руководством и при участии автора разработан и внедрен в ОАО «РЖД» модуль автоматического выявления коммерческих неисправностей по результатам взвешивания (АСКМ НП Взвешивание) в составе системы интеллектуального коммерческого осмотра (АСКМ ИКО). Модуль позволяет оперативно выявлять отклонения массы перевозимого груза от установленных параметров и принимать управляющие воздействия для устранения неисправностей, тем самым повышая уровень обеспечения безопасности и сохранности грузовых перевозок. 

Литература

1. Классификатор коммерческих неисправностей грузовых вагонов (б.д.): утвержден распоряжением ОАО «РЖД» от 13 марта 2020 г. № 551/п. - URL: https://e-ecolog.ru/docs/0JFT7o8qiIqxyHZsKnTmz?ysclid=m3-8c1or817917281449&utm_referrer=https%3A%2F%2Fyandex.ru%2F (дата обращения: 08.11.2024). - Текст : электронный.
2. МИЗ115-2008. Рекомендации. Государственная система обеспечения единства измерений. Масса грузов, перевозимых железнодорожным транспортом. Измерения и учет массы груза при взаиморасчетах между грузоотправителем и грузополучателем : утверждена ФГУП ВНИИМС 30.05.2008. - URL: <https://ohranatruda.ru/upload/iblock/8a3/4293819474.pdf?ysclid=m38cekcs04906155033> (дата обращения: 08.11.2024). - Текст : электронный.
3. Нутович, В. Е. Формализованные методы обработки информации, анализа и синтеза системы интеллектуального коммерческого осмотра вагонов / В. Е. Нутович. - Текст : непосредственный // Наука и техника транспорта. - 2023. - № 3. - С. 77-85.
4. Единый типовой технологический процесс проведения коммерческого осмотра вагонов и поездов на железнодорожных станциях : утвержден Распоряжением ОАО «РЖД» от 31.12.2019 г. № 3116р. - URL: <https://itt-54.ru/wp-content/uploads/2023/12/%D0%A0%D0%B0%D1%81%D0%BF%D0%BE%D1%80%D1%8F%D0%B6%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D0%B5-%D0%9E%D0%90%D0%9E-%D0%A0%D0%96%D0%94-31.12.2019-N-3116%D1%80-%D0%95%D0%A2%D0%9F-%D0%BA%D0%BE%D0%BC%D0%BC.-%D0%BE%D1%81%D0%BC%D0%BE%D1%82%D1%80%D0%B0.pdf> (дата обращения: 08.11.2024). - Текст : электронный.