

УДК 656.25–52.84:681.3(07)+06

В.Н. Иванченко, А.М. Лященко**ПРИНЦИПЫ ПОСТРОЕНИЯ И ПРОГРАММНО-АППАРАТНАЯ
РЕАЛИЗАЦИЯ ПОДСИСТЕМЫ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ ПОДДЕРЖКИ
ПРОЦЕССОВ РАСФОРМИРОВАНИЯ ПОЕЗДОВ**

Рассматривается структура интеграции подсистем управления маршрутами и регулирования скоростей с вновь создаваемой подсистемой задания переменных скоростей роспуска составов на сортировочной горке. В статье предложены методы, модели и новые программно-аппаратные средства интеллектуализации процессов расформирования поездов с учетом особенностей функционирования систем управления горкой таких, как нестационарность процесса, большой разброс параметров скатывания отцепов, сложность принятия решений при сбоях, требования безопасности, изменения внешней среды и т.д. Выявлен перечень ситуаций, требующих интеллектуальной поддержки и сформулированы требования к вновь создаваемым подсистемам интервального регулирования скоростей скатывания отцепов при возникновении нештатных ситуаций на спускной части горки. Разработаны структурно-логические схемы подсистем интервального регулирования скоростей выхода отцепов из первой и второй тормозных позиций. Логические схемы таких подсистем идентифицируют складывающиеся фактические ситуации. Каждой эквивалентной ситуации соответствует определенное значение интервальной скорости выхода. Предложенные программно-аппаратные средства функционируют в составе локальной вычислительной сети и базируются на использовании современных информационно-вычислительных средств.

Интервальное регулирование скоростей скатывания; режимы торможения; интервалы между отцепами.

V.N. Ivanchenko, A.M. Lyastchenko**DESIGN PRINCIPLES AND SOFT HARDWARE IMPLEMENTATION
OF TRAIN SORTING INTELLIGENT ASSISTANCE SUBSYSTEM**

There is being considered the structure of integration of route control subsystems and speed regulation to recreate a subsystem of setting varying speed of detaching of cuts of cars at the marshalling yard. The paper proposes methods, models and new software and hardware processes intellectualization disbandment trains allowing for the functioning of control systems slide such as non-stationary process, a large variation of parameters rolling unhooked, the complexity of decision-making in case of failures, safety, environmental changes, etc. etc. Identified a list of situations that require the intellectual support and the requirements to the newly created subsystems interval regulation unhook rolling velocities in an emergency on the drain of the slides. Developed structural logic subsystems interval speed control output unhooked from the first and second brake positions. Logic circuits such subsystems identified folding actual situation. Each equivalent situation corresponds to a certain value of the interval velocity output. Proposed programno-hardware functioning as a part of the local area network, and are based on the use of modern information and computational tools.

Interval control of rolling down speed; brake-applied modes; intervals between cuts of cars.

Сортировочная горка, как объект управления, относится к числу сложных систем управления и автоматического регулирования на железнодорожном транспорте [1, 2, 3].

Конструкция горки содержит (рис. 1) путь надвига, вершину, первую интервальную тормозную позицию (1ТП), вторую интервально-прицельную (2ТП), третью прицельную (3ТП) и стрелки разделения отцепов согласно программ роспуска составов.

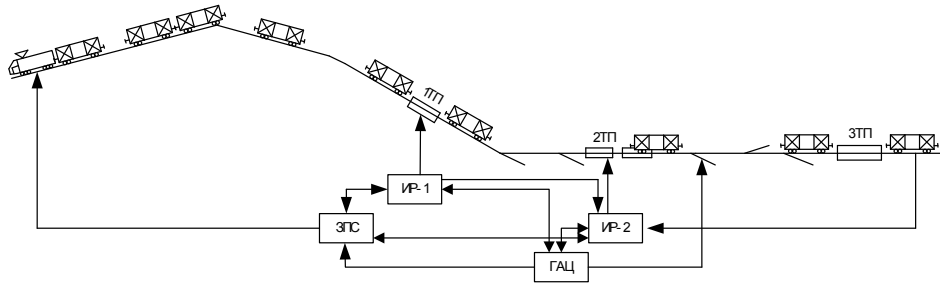


Рис. 1. Структура взаимодействия подсистем интеллектуальной поддержки процессов роспуска составов

Основу программно-аппаратных средств подсистемы интеллектуальной поддержки (ПИП) процесса роспуска составов составляют: подсистема задания переменных скоростей роспуска; блоки интервального регулирования скоростей на 1ТП (ИР-1) и на 2ТП (ИР-2). Вновь создаваемые ЗПС, ИР-1 и ИР-2 интегрируются с существующими подсистемами горочной автоматической централизации ГАЦ и автоматического регулирования скоростей скатывания (АРС) [4, 5, 6].

Принимая обязательное взаимодействие базы данных БД и базы знаний БЗ в блоках расчета переменных интервальных скоростей ИР-1 и ИР-2, становится возможным представить информационную модель существующего комплекса КГМ-ПК с интеллектуальной поддержкой принимаемых решений, представленную на рис. 2.

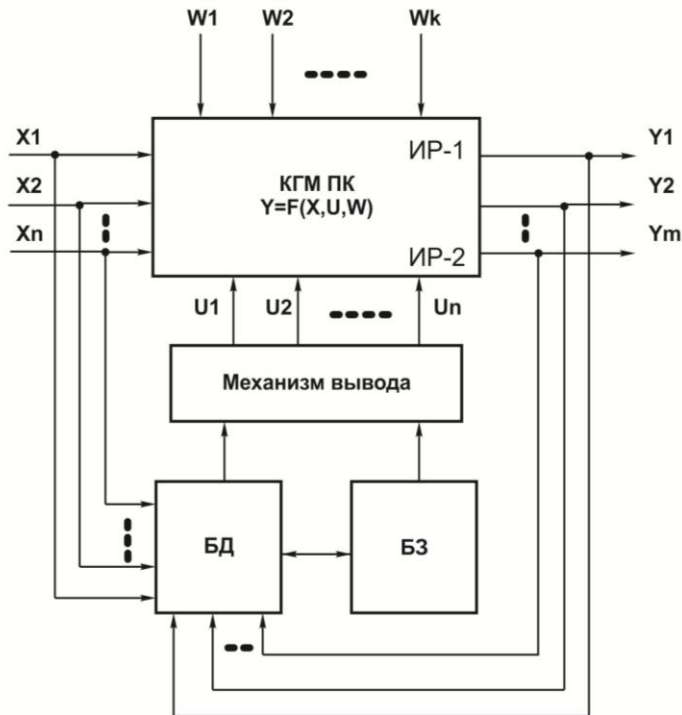


Рис. 2. Информационная модель КГМ ПК с интеллектуальной поддержкой

Здесь X_1, X_2, \dots, X_n – заданные расчетные скорости выхода отцепов из ТП, Y_1, Y_2, \dots, Y_m – возмущающие воздействия (внешняя среда, сбои напольных устройств, перетормаживания и др.)

Рассогласования заданных и фактических параметров выявляются в БД. Это «провоцирует» вывод соответствующих производственных правил из БЗ U_1, U_2, \dots, U_n , исключая рассогласование параметров управления и компенсирующих влияние возмущающих факторов.

Под интеллектуальной поддержкой реализации задач расчета режимов интервального торможения и переменных скоростей роспуска состава X_1, X_2, \dots, X_n понимается формализованное представление в сервере БЗ производственных правил, использующих знания экспертов, результаты измерения параметров скатывания и состояние пространственно-временной модели спускной части горки, включая зону отрыва и измерительный участок ИУ, 1ТП, зону разделительных стрелок до и после 2ТП, парковую ТП и после нее зону завершения накопления составов.

Как следует из рис. 2, интеллектуальную поддержку в достижении минимальных рассогласований заданных и фактических скоростей скатывающихся обеспечивают ранее обозначенные интеллектуальные подсистемы ИР-1 и ИР-2.

Структурно-логическая схема подсистемы интервального регулирования в зоне 1ТП приведена на рис. 3.

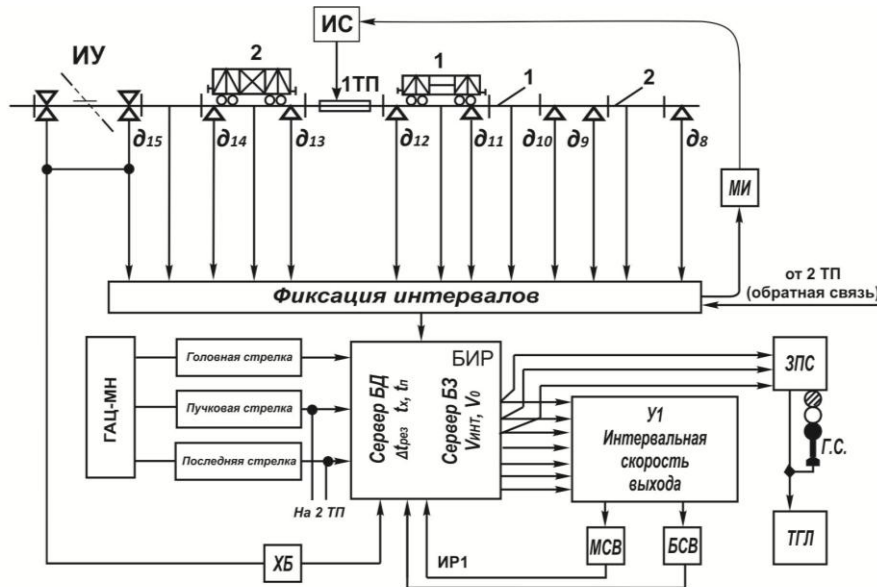


Рис. 3. Структурно-логическая схема интервального регулирования в зоне 1 ТП

Здесь условно обозначены:

- ◆ блок принятия интеллектуальных решений БИР;
- ◆ блок управления первой тормозной позицией У1;
- ◆ блок задания переменных скоростей роспуска ЗПС;
- ◆ подсистема телеуправления горочным локомотивом ТГЛ;
- ◆ модули фиксации малых и больших скоростей выхода отцепов из ТП соответственно МСВ и БСВ;
- ◆ модули фиксации стрелки разделения (расхождения) отцепов на головной стрелке, пучковой, последней;

- ◆ модуль идентификации малых интервалов (МИ) между смежными отцепами (на рисунке это отцепы 1 и 2);
- ◆ существующая в КГМ ПК подсистема горочной автоматической централизации с автоматизацией накопления вагонов по путям подгорочного парка ГАЦ МН;
- ◆ исполнительный блок управления замедлителем (ИС);
- ◆ модуль идентификации хороших бегунов (ХБ).

Интеллектуальным ядром ИР-1 является блок БИР. Здесь на основе информации, поступающей от перечисленных выше блоков и модулей, рассчитывается математическая модель 1ТП, идентифицирующая значение Δt_{pez} между каждой очередной парой смежных отцепов, а также времена прохода контрольных точек на спускной части горки плохими и хорошими бегунами Δt_n , Δt_x .

Так, например, времена прохода отцепом участка 1ТП между точками 1 и 2, а также межпозиционного участка между 1ТП и 2ТП (между точками 2 и 3) рассчитываются по формулам, представленным ниже (1):

$$t_{12} = \frac{\Delta V_{21}}{q' \cdot 10^{-3}(i_{1ТП} - \omega)}; t_{23} = \frac{\Delta V_{32}}{q' \cdot 10^{-3}(i_{МП} - \omega)}, \quad (1)$$

где $\Delta V_{21}, \Delta V_{32}$ – разности скоростей на входе и выходе 1ТП, а также на входе во 2ТП и выходе из 1ТП; q' – ускорение свободного скатывания отцепов; $i_{1ТП}, i_{МП}$ – величины уклонов 1ТП и межпозиционного участка; ω – основное удельное сопротивление скатывающемуся отцепу.

Принимая точки 2 и 3 на выходе из 1ТП и входе на 2ТП, можно рассчитать соответствующие скорости, используя выражения (2) и (3):

$$V_2 = \sqrt{V_1^2 + 2q' \cdot 10^{-3} l_{1ТП}(i_{1ТП} - \omega_{1ТП})}, \quad (2)$$

$$V_3 = \sqrt{V_2^2 + 2q' \cdot 10^{-3} l_{МП}(i_{МП} - \omega_{МП})}. \quad (3)$$

Результаты расчетов перечисленных параметров используется в БИР для выбора (принятия решения) значений (на рис. 3 их семь) интервальных скоростей $V_{инт}$ и скоростей роспуска (команды 5, 6, 7 на рис. 3) V_0 , реализуемых блоком ЗПС.

В сервере БЗ хранится перечень правил выбора, скоростей $V_{инт}$ и V_0 , построенных на основе знаний экспертов.

Особое место в достижении интеллектуальной поддержки процессов выбора интервальных скоростей занимает достоверная фиксация интервалов между смежными отцепами.

На спускной части горки размещены датчики прохода (датчики счета осей – ДСО) осей (на рис. 3 это $d_8 \div d_{15}$).

С их помощью непрерывно ведется модель взаимного расположения смежных отцепов, прогнозирования сокращения интервалов и возникновения опасных ситуаций остановки отцепов на ТП и др.

Представленная на рис. 4 структурно-логическая схема подсистемы ИР-2 на 2ТП обеспечивает:

- ◆ прием и фиксацию информации о следовании отцепов на один пучок, расхождении отцепов по последней стрелке, о ходовых свойствах отцепов, идущих вслед друг за другом (хороший бегун для позадиидущего, плохой для впередиидущего), о фактической и заданной скоростях выхода отцепа из 2ТП;
- ◆ посылку информации в интервальный блок ИР1 о неблагоприятной ситуации, сложившейся на 2ТП;

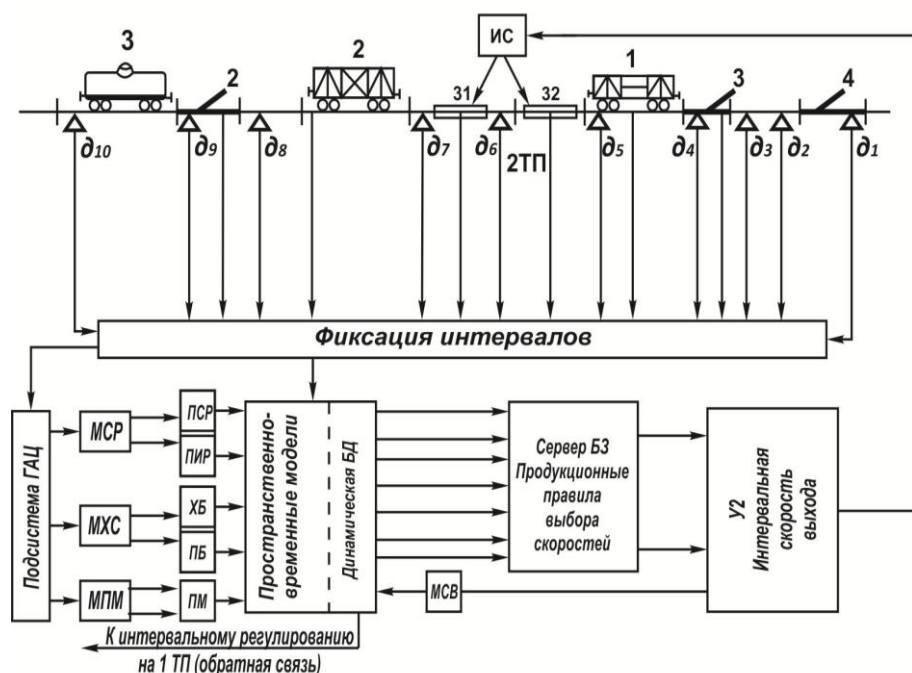


Рис. 4. Структурно-логическая схема подсистемы интеллектуальной поддержки интервального регулирования в зоне 2ТП

- ◆ определение фактического интервала между отцепами и выбор команды, посылаемой в блок управления У2 для задания интервальной скорости выхода отцепу, входящему на эту позицию или находящемуся в ее пределах (для этого отцепа учитывается ситуация как впереди, так и позади него);
- ◆ контроль основной фиксируемой информации – расхождение по пучковой или последней стрелке, «малый» интервал между отцепами, «малая» скорость выхода, хороший бегун и ситуация «нагон».

Для работы схемы интервального регулирования в блок ИР2 поступает следующая информация:

- ◆ движение отцепов на один пучок и расхождение отцепов по последней стрелке;
- ◆ хороший и плохой бегуны;
- ◆ фактическая и заданная скорости выхода отцепа из 2ТП;
- ◆ фиксация схода отцепа с рельсовых цепей и прохода датчиков счета осей.

При интервале между отцепами менее двух участков особо фиксируется ситуация «малый интервал» между отцепами 1 и 2 (возбуждается канал ввода модуля МИ), при которой передается команда непосредственно в исполнительное устройство ИС, управляющее замедлителями.

При движении нескольких отцепов с малыми интервалами или выходе отцепов на занятый путь с малой скоростью создается критическая ситуация в зоне пучковой ТП. Для обеспечения интервала между отцепами в этом случае по цепи обратной связи передается команда на задание соответствующей интервальной скорости выхода отцепу, находящемуся на верхней ТП и следующему на этот же

пучок, с одновременной подачей команды на снижение скорости роспуска V_0 на устройства автоматического задания переменной скорости роспуска подсистеме ЗПС. Такая критическая ситуация скатывания может приводить к созданию нагонов и запусков [7, 8].

Если позадиидущий отцеп тяжелый, «длинный» (четыре и более четырехосных вагонов), плохой бегун или является третьим, следующим в тот же пучок, что и первые два отцепа, то эта информация фиксируется в первом случае в модуле ХБ и во втором – в модуле ПБ.

Программой интеллектуальной поддержки интервального регулирования для 2ТП предусматриваются восемь интервальных скоростей в диапазоне 1,9–4,5 м/с с градацией через 1 м/с, посылаемых в блок управления У2 2ТП для корректировки расчетной скорости выхода отцепов.

При вступлении второго отцепа на 2ТП до выхода с нее первого отцепа создается ситуация, фиксируемая как «нагон». В этом случае посылается команда непосредственно в цепь управления замедлителями (блок ИС для оттормаживания второго по ходу замедлителя з2 и установки в тормозное положение первого замедлителя з1).

Выводы:

1. Нестационарность слабоформализованного процесса роспуска составов, большой разброс параметров свободно скатывающихся отцепов, сложность оценки ситуации и принятия решений, влияние внешней среды и требования безопасности требуют создания подсистем интеллектуальной поддержки процессов управления. Особенно такая поддержка необходима для обеспечения интервального регулирования скоростей скатывания отцепов на тормозных позициях.
2. Предложены структурно-логические схемы подсистем интеллектуальной поддержки процессов интервального регулирования скоростей выхода отцепов из первой и второй тормозных позиций. Интеллектуальным ядром таких подсистем ИР-1 и ИР-2 являются базы знаний БЗ, взаимодействующие с БД. В основе интеллектуализации лежит использование набора продукционных правил, сформированных на экспертной базе.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Шабельников А.Н., Иванченко В.Н., Ковалев С.М., Лябах Н.Н. и др. Системы автоматизации сортировочных горок на основе современных компьютерных технологий: Учебник для вузов ж.д. транспорта / Под редакцией Шабельникова А.Н. // Ростов-на-Дону: НИИАС, РГУПС, 2010.
2. Лященко А.М., Швалов Д.В. Информационные технологии реализации интервального регулирования скоростей скатывания отцепов на сортировочных горках // Наука и транспорт. Модернизация железнодорожного транспорта. – 2013. – № 2 (6).
3. Фонарев Н.М. Автоматизация процесса расформирования составов на сортировочных горках. – М.: Транспорт, 1971.
4. Бессоненко С.А., Иванченко В.Н., Лященко А.М. Математическая модель расчета параметров интервального торможения отцепов и переменных скоростей роспуска составов // Вестник Ростовского государственного университета путей сообщения. – 2013. – № 1 (49). – С. 55-65.
5. Правдин Н.В., Бессоненко С.А. Расчет параметров сортировочной горки с учетом случайных ходовых свойств отцепов. – Транспорт: наука, техника, управление. – 2007. – № 7. – С. 8-15.

6. *Шабельников А.Н., Иванченко В.Н.* Проблемы создания интеллектуальных систем управления сложными динамическими объектами на железнодорожном транспорте // Известия вузов. Научная мысль Кавказа. Технические науки. – 2004. – № 2.
7. *Шабельников А.Н., Одикадзе В.Р.* Определение прицельной скорости выхода отцепя с парковой тормозной позиции. Автоматика, связь, информатика. – 2009. – № 3.
8. *Лященко А.М.* Интеллектуальная поддержка режимов торможения отцепов с учетом компенсации инерционности замедлителей и сбоев наполных устройств // Информатизация и связь. – 2013. – № 2. – С. 60-63.

Статью рекомендовал к опубликованию д.т.н., профессор И.Д. Долгий.

Иванченко Владимир Николаевич – Ростовский государственный университет путей сообщения (РГУПС); e-mail: lam75@mail.ru; 344038, г. Ростов-на-Дону, пл. Ростовского Стрелкового Полка Народного Ополчения, 2; тел.: 88632726302; кафедра автоматки и телемеханики на железнодорожном транспорте; д.т.н.; профессор.

Лященко Алексей Михайлович – тел.: 88632726490; кафедра электрического подвижного состава; старший преподаватель

Ivanchenko Vladimir Nikolaevich – Rostov State Transport University (RSTU); e-mail: lam75@mail.ru; 2, Rostovskogo Strelkovogo Polka Narodnogo Opolcheniya sq., Rostov-on-Don, 344038, Russia; phone: +78632726302; the department automatics, telemechanics and communication on railway transport; dr. of eng. sc.; professor.

Lyastchenko Alexey Michailovich – phone: +78632726490; the department of electrical rolling stock; senior lecturer.

УДК 629.7.01

Г.А. Чуянов, В.В. Косьянчук, Н.И. Сельвесюк, С.В. Кравченко

НАПРАВЛЕНИЯ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ БОРТОВОГО ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ПОЛЕТОВ ВОЗДУШНОГО СУДНА

Рассмотрен комплекс мероприятий по совершенствованию перспективного комплекса бортового оборудования воздушного судна с целью повышения безопасности полетов. Мероприятия охватывают все этапы жизненного цикла – от проектирования до эксплуатации воздушного судна. Выделены три ключевых составляющих обеспечения безопасности полетов: технологическая безопасность на этапе проектирования; функциональная безопасность при выполнении полетов; эксплуатационная безопасность при управлении техническим состоянием воздушного судна. Технологическая безопасность обеспечивается внедрением перечня организационно-технических и технологических мероприятий на этапе проектирования воздушного судна, гарантирующих обеспечение заданного уровня надежности и эффективности функционирования сложного высокоинтегрированного комплекса бортового оборудования. Функциональная безопасность подразумевает перечень технологических решений по интеллектуальной информационной поддержке экипажа с целью выявления и прогнозирования угроз безопасности полёта и помощи экипажу в выходе из особых ситуаций путем комплексной интеллектуальной обработки информации о внешней обстановке. Эксплуатационная безопасность обеспечивается внедрением перечня технологических решений по многоуровневому мониторингу технического состояния воздушного судна и интеллектуальной информационной поддержке участников авиационной деятельности.

Безопасность полетов; комплекс бортового оборудования; проектирование воздушного судна; управление техническим состоянием.