

УДК 656.212.5:656.254

DOI: <https://doi.org/10.18664/1994-7852.145.2014.80887>

**УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ РОБОТИ ПРИКОРДОННОЇ СОРТУВАЛЬНОЇ СТАНЦІЇ  
ШЛЯХОМ ВПРОВАДЖЕННЯ СУПУТНИКОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ**

Студ. А.Г. Колісник

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ РАБОТЫ ПОГРАНИЧНОЙ СОРТИРОВОЧНОЙ  
СТАНЦИИ ПУТЕМ ВНЕДРЕНИЯ СПУТНИКОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ**

Студ. А.Г. Колесник

**IMPROVEMENT TECHNOLOGY WORKS SWITCHYARD BY INTRODUCTION OF  
SATELLITE TECHNOLOGY**

Student A. Kolisnyk

*Пропонується удосконалити процес розпуску вагонів на сортувальній гірці шляхом впровадження сучасних супутникових технологій, що допоможе зменшити час розпуску составів за рахунок виключення однієї з обов'язкових операцій, а саме осаджування вагонів з боку гірки для ліквідації простору між вагонами, які знаходяться на накопичувальних коліях сортувального парку.*

**Ключові слова:** ГЛОНАСС, позиціонування, осаджування, трекер, ресурсозбереження.

*Предлагается усовершенствовать процесс роспуска вагонов на сортировочной горке путем внедрения современных спутниковых технологий, что позволит уменьшить время роспуска составов за счет исключения одной из обязательных операций, а именно осаживания вагонов со стороны*

горки для ліквідації пространства между вагонами, которые находятся на путях накопления сортировочного парка.

**Ключевые слова:** ГЛОНАСС, позиционирование, осаживание, трекер, ресурсосбережение.

*It is proposed to improve the process of dissolution of the cars on the hill sorting through the introduction of modern satellite technology, which will help reduce the time of dissolution trains by eliminating one of the essential operations such as sedimentation cars from the hills to eliminate the space between the cars, which are funded on tracks sorting Park. Implementation of such systems will help improve the process of dissolution of the trains at the border switchyard, which will reduce the time to disband-forming trains, reducing fuel and energy costs. Save time on operations-forming disbandment will reduce idle cars in marshalling border stations, including cars belonging other states are simple and inexpensive.*

**Keywords:** GLONASS, positioning, precipitation, tracker, resource.

**Вступ.** ГЛОНАСС (Глобальна Навігаційна Супутникова Система) – радіонавігаційна супутникова система, створена за підтримки уряду Російської Федерації. Вона є однією з двох функціонуючих на сьогодні систем глобальної супутникової навігації. ГЛОНАСС призначена для оперативного навігаційно-часового забезпечення необмеженого числа користувачів наземного, морського, повітряного і космічного базування.

Відповідно до положень Транспортної стратегії України на період до 2020 року (розпорядження Кабінету Міністрів України від 20.10.2010 р. № 2174-Р), одним із основних напрямків підвищення ефективності роботи прикордонних сортувальних станцій в рамках забезпечення конкурентоспроможності є удосконалення існуючих та створення нових, у тому числі навігаційно-супутникових, технологій. Впровадження глобальних навігаційних супутникових систем потребує нових підходів та науково обґрунтованих рекомендацій щодо вибору оптимальної технології розпуску поїздів на сортувальній гірці прикордонної станції.

**Постановка задачі у загальному вигляді.** З урахуванням вищенаведеного робимо висновок, що першою необхідною умовою для початку використання супутникових технологій в організації перевізного процесу на залізницях України є розробка високоточного координатного простору, створення цифрових шляхів з усіма елементами залізничної інфраструктури. Другою умовою є забезпечення позиціонування на цифрових моделях шляхів із необхідною

точністю рухомих одиниць (локомотивів, вагонів та ін.).

### **Основна частина дослідження.**

Організація і управління маневровою роботою вимагають безперервного потоку інформації про позиціонування маневрових локомотивів на станційних коліях.

Для повністю автоматизованого управління процесом розформування та формування поїздів, подачі вагонів на вантажні фронти та інших операцій повинна бути поставлена і вирішена задача забезпечення позиціонування на станціях вантажних і пасажирських вагонів.

Серед критеріїв, що оцінюють якість проведення сортувальних операцій з використанням високоточних координатно-навігаційних систем (ГЛОНАСС), найбільш істотними є витрати на паливо (електроенергію) при розформуванні составів і тривалість виконання основних операцій гіркового циклу: насув, розпуск та розміщення вагонів на коліях накопичення. Як відомо, останній критерій у значній мірі впливає на тривалість сортувальних операцій гіркового циклу.

Досліджуючи вплив конструктивних параметрів сортувальних гірок з позиції економії часу, доцільно розробити модель, що враховує залежність сумарної витрати часу від характеру поздовжнього профілю насувної частини, часу на розпуск вагонів з гірки та швидкості розпуску вагонів. При формуванні моделі пропонується розглянути состав не як матеріальну точку, а у вигляді протяжного об'єкта зі зміною довжини і маси. Поздовжній профіль насувної частини двохелементний, як найбільш розповсюджений на залізницях України.

Поставлена задача має екстремальний характер. Тому як цільову функцію

пропонується розглянути таку модель процесу розформування составів на сортувальній гірці:

$$T_{p-\phi} = \int_0^{t_k} (b_0 + b_1 \cdot V(t, i_1, i_2) + b_2 \cdot (V(t, i_1, i_2))^2) dt \rightarrow T_{n \min},$$

де  $t_k$  - момент закінчення розпуску состава, с;

$T_p$  - час на розформування составів;

$V$  - швидкість состава у момент часу  $t$ , м/с;

$Q$  - вихідна вага состава, кН;

$l_c$  - вихідна довжина состава, м;

$b_0, b_1, b_2$  - емпіричні коефіцієнти;

$i_1, l_1, i_2, l_2$  - ухил, ‰, і довжина, м, відповідно першого і другого елементів профілю насувної частини.

Таким чином, цільова функція є інтегралом з перемінною верхньою межею.

Вибір оптимальних параметрів поздовжнього профілю насувної частини необхідно здійснювати при однакових вихідних даних: при одних і тих же профільній висоті ( $h_{np}$ ) і довжині ( $l_{nac}$ ) насувної частини. У цьому випадку довжину першої ділянки можна визначити виходячи з заданих ухилів  $i_1$  і  $i_2$ .

$$\begin{cases} F_k(V(t, i_1, i_2)) \leq F_{k \max}, \\ 0 \leq V(t, i_1, i_2) \leq V_p \text{ при } 0 \leq t \leq t_p, \\ |V(t, i_1, i_2) - V_p| \leq 0.5 \text{ при } t_p < t \leq t_k, \\ 0 \leq Q'(t) \leq Q, \quad 0 \leq l_c'(t) \leq l_c, \\ -2.5 \leq i_k \leq 2.5, \quad 50 \leq l_2 \leq 150, \\ 0 \leq i_1 \leq 2, \quad 8 \leq i_2 \leq 16, \\ l_1 + l_2 = l_{nac}, \quad i_1 \cdot l_1 + i_2 \cdot l_2 = h_{np}, \end{cases}$$

$$V(0) = 0, \quad t(0) = 0, \quad S(0) = 0, \quad Q'(0) = Q, \quad l_c'(0) = l_c.$$

Визначення швидкості розпуску состава

$$\begin{cases} \frac{dV(t, i_1, i_2)}{dt} = \frac{g}{P_n + Q'(t)} (F_k(V(t, i_1, i_2)) - W_k(V(t, i_1, i_2)) - \\ - (P_n + Q'(t)) \cdot i_{cp}(i_1, i_2, S(t), l_c'(t))), \\ ds = r(t, i_1, i_2) dt, \\ dS = V(t, i_1, i_2) dt, \end{cases}$$

де  $g$  - прискорення вільного падіння, м/с<sup>2</sup>;

$r$  - відстань до попереднього вагона, м;

$P_d$  - вага локомотива, кН;

$F_k(V(t, i_1, i_2))$  - сила тяги локомотива, Н;

$W_k(V(t, i_1, i_2))$  - опір руху состава, Н;

$i_{cp}(i_1, i_2, S(t), l_c'(t))$  - середній підйом, на якому знаходиться состав, що насувається, %;

$Q'(t)$ ,  $l_c'(t)$  - відповідно вага, кН, і довжина, м, состава у момент часу  $t$ ;

$S(t)$  - пройдений шлях локомотивом до моменту часу  $t$ , м.

Впровадження сучасних супутникових технологій у процес розпуску вагонів на сортувальній гірці допоможе зменшити час розпуску составів за рахунок виключення однієї з обов'язкових операцій, а саме осаджування вагонів з боку гірки для ліквідації простору між вагонами, які знаходяться на коліях накопичення сортувального парку.

За допомогою високоточних глобальних навігаційних систем, впроваджених на сортувальній гірці, відстань зупинки вагонів один від одного можна буде контролювати за допомогою трекерів, вбудованих у вагонах, програмного забезпечення (ПЗ), яке методом найменших квадратів увесь час буде розраховувати відстань від вагона, що скочується з гірки, до вагона, що вже стоїть на коліях накопичення. За допомогою обладнання, яким буде оснащена гальмівна система вагонів, буде контролюватися швидкість відчепа.

Таким чином, трекер, встановлений на вагоні, подає сигнал на супутник, яким повідомляє свої точні координати місцезнаходження, далі інформація за

допомогою ПЗ, а саме СППР, обробляється. Знаючи координати вагона, який стоїть попереду на колії накопичення, розраховується відстань між вагонами, а потім необхідна швидкість розпуску. Якщо вона більше, ніж потрібна, то подається сигнал на пристрій, який знаходиться у гальмівному обладнанні вагона, а саме в резервуарі, і вагон набуває значення швидкості, яке буде необхідним для його зупинки з точністю за 2-3 мм від попереднього вагона, що виключить можливість створення простору між вагонами і жоден вагон не отримає технічного пошкодження від удару.

Алгоритм роботи сортувальної гірки після впровадження сучасних високоточних координатно-супутникових систем наведений на рисунку.

**Висновок.** Запропонована модель розформування-формування составів забезпечує можливість найбільш ефективної роботи маневрового локомотива з використанням високоточних координатно-навігаційних систем з позиції ресурсозбереження. Впровадження таких систем допоможе удосконалити процес розпуску составів на прикордонній сортувальній станції, що дозволить зменшити час на розформування-формування составів, зменшити паливно-енергетичні витрати завдяки виключенню такої операції, як закінчення формування з боку сортувальної гірки. Економія часу на операціях формування-розформування приведе до зменшення простою вагонів на сортувальних прикордонних станціях, зокрема вагонів належності інших держав, простій яких дорого коштує.

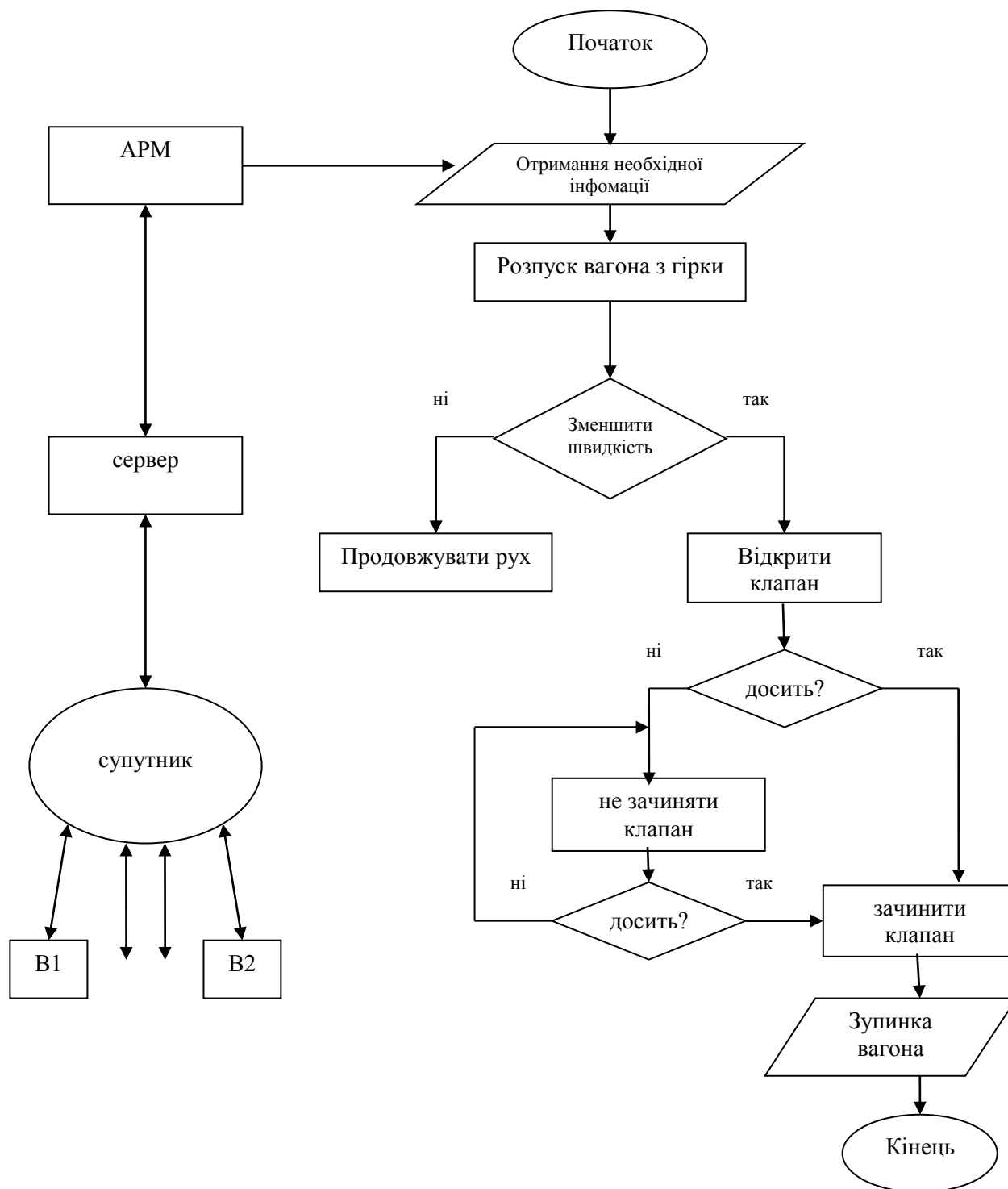


Рис. Алгоритм роботи сортувальної гірки

### Список використаних джерел

1. Транспортна стратегія України на період до 2020 року [Електронний ресурс]: схвалена розпорядженням Кабінету Міністрів України від 16 грудня 2009 р. № 1555-р. – Режим доступу: <http://www.mintrans.gov.ua/uk/discussion/15621.html/> 10.12.2009.

2. Концепція державної програми реформування залізничного транспорту України [Текст]: схвалена розпорядженням КМУ № 651-р від 27.12.2006. – К.: Магістраль. – №1 (1179), 10-16 січня 2007 р. – 6 с.
3. Информационно-аналитический центр координатно-временного и навигационного обеспечения [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.glonass-center.ru/GLONASS>.
4. Электронное издание «Глонасс-портал» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.glonass-portal.ru>.
5. Закон України «Про залізничний транспорт», введений в дію Постановою Верховної Ради України № 274/96-ВР від 04.07.1996 р. [Текст] // Відомості Верховної Ради. – 1996. – № 40. – 65 с.
6. Данько, М.І. Удосконалення функціональних можливостей автоматизованого аналізу стану технічних засобів в частині прийняття керівних рішень на умовах ресурсозбереження [Текст] / М.І. Данько, А.М. Котенко, В.В. Кулешов, А.В. Кулешов // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – 2009. - № 4/7 (40). – С. 4-7.
7. Кулешов, В.М. Системний аналіз використання технічних засобів залізничних станцій [Текст] / В.М. Кулешов, М.П. Носенко, Ю.А. Рябушка // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – 2007. – 2/6(26). - С. 14-16.
8. Крутин, А. Современные спутниковые технологии [Текст] // Железные дороги мира. – 2010. - № 12. – С. 19-25.
9. Шапкин, А.С. Математические методы и модели исследования операций. – 5 изд. [Текст] / А.С. Шапкин, В.А. Шапкин. – М.: Издательско-торговая корпорация «Дашков и К», 2009. - 400 с.
10. Офіційний веб-сайт «Міністерство інфраструктури України». – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://mtu.gov.ua>.

Рецензент д-р техн. наук, професор О.М. Огар

---

Колісник Андрій Геннадійович, студент групи 13-V-ОПУТм кафедра управління експлуатаційною роботою Української державної академії залізничного транспорту. E-mail: [kolesnik\\_andrey.10@mail.ru](mailto:kolesnik_andrey.10@mail.ru).

Kolisnyk Andriy, student, dept. of operational work of Ukrainian State Academy of Railway Transport. E-mail: [kolesnik\\_andrey.10@mail.ru](mailto:kolesnik_andrey.10@mail.ru).