

Выполнена оценка эффективности выполнения комбинированных испытаний при техническом контроле микропроцессорной централизации по критерию минимума использованного оборудования нижнего уровня системы. Установлено, что по сравнению с традиционными стендовыми комбинированные испытания позволяют сохранить количество задействованных в испытаниях объектных контроллеров и макетов напольных устройств в несколько раз.

Ключевые слова: эффективность, комбинированные испытания, технический контроль, микропроцессорная централизация, объектный контроллер.

The estimation of implementation efficiency of combined tests is executed at technical inspection of microprocessor interlocking on the criterion of a minimum of the used equipment of the system lower

level. It is set that as compared to a traditional stand the combined tests allow to save the amount of the objective comptrollers and models of floor devices involved in tests in once or twice. The declared efficiency is arrived at, foremost, due to possibility of including in the complement of test and inspection complex of the single system of representatives of comptrollers and devices of every objects group. It became possible due to the use of the combined model, providing the programmatic imitation of work of those devices with which physically included in the complement of stand CPLD logical dependences. For the quantitative estimation of efficiency an index, taking into account the relative winning in the economy of microprocessor objective comptrollers and physical models, is offered.

Keywords: efficiency, combined tests, technical inspection, microprocessor centralization, objective comptroller.

УДК 656.211

МОРОЗ В.П., к.т.н., доцент (УкрДАЗТ)
ЗМІЙ С.О., асистент (УкрДАЗТ)

Метод визначення елементів колійного розвитку, що входять до зони виконання робіт на коліях

Moroz V.P., Ph. D., Associate Professor (USART)
Zmiy S.O., assistant (USART)

Method for determination of elements track development within the zone of works on the tracks

Вступ

Основним способом забезпечення виконання робіт на коліях є своєчасне оповіщення працюючих на колії про переміщення рухомого складу. На станції дану задачу вирішує система автоматичного оповіщення, а за відсутністю – черговий по станції.

За результатом аналізу алгоритмів функціонування систем автоматичного оповіщення та відповідних дій чергових по станції встановлено, що при переміщенні

поїзду по суміжній з зоною виконання робіт колії не існує обґрунтованих вимог необхідності оповіщення та забезпечення цих працюючих. Звідси витікає, що виконувані роботи можуть бути, як необґрунтовано припинені без відсутності небезпеки з боку рухомого складу, так і не забезпеченні за відсутності необхідного оповіщення.

У даній статті запропоновано метод визначення елементів колійного розвитку станції, що входять до зони виконання робіт на коліях.

Постановка проблеми

Метою даної роботи є розроблення методу, що дозволяє однозначно визначити необхідність виконання оповіщення працюючих при переміщенні рухомого складу по суміжній з зоною робіт колії, що ґрунтується на використанні методів аналітичної геометрії.

Для досягнення даної мети необхідно вирішити наступні задачі:

- визначення забезпеченого габариту зони виконання робіт на коліях;
- визначення умов забезпеченого виконання робіт при переміщенні рухомого складу по суміжній колії з зоною робіт.

Основний матеріал

Відповідно до вимог ПТЕ [1], якщо ДСП встановлює маршрут через зону виконання робіт, то ДСП зобов'язаний оповістити працюючих на колії про встановлення такого маршруту. Якщо ж зона виконання робіт знаходиться на елементі колійного розвитку сусіднього з маршрутом на небезпечній відстані, то ДСП також зобов'язаний оповістити працюючих. В існуючих системах автоматичного оповіщення здійснюється тільки на основі одониткового плану (Рис. 1, а) [2].

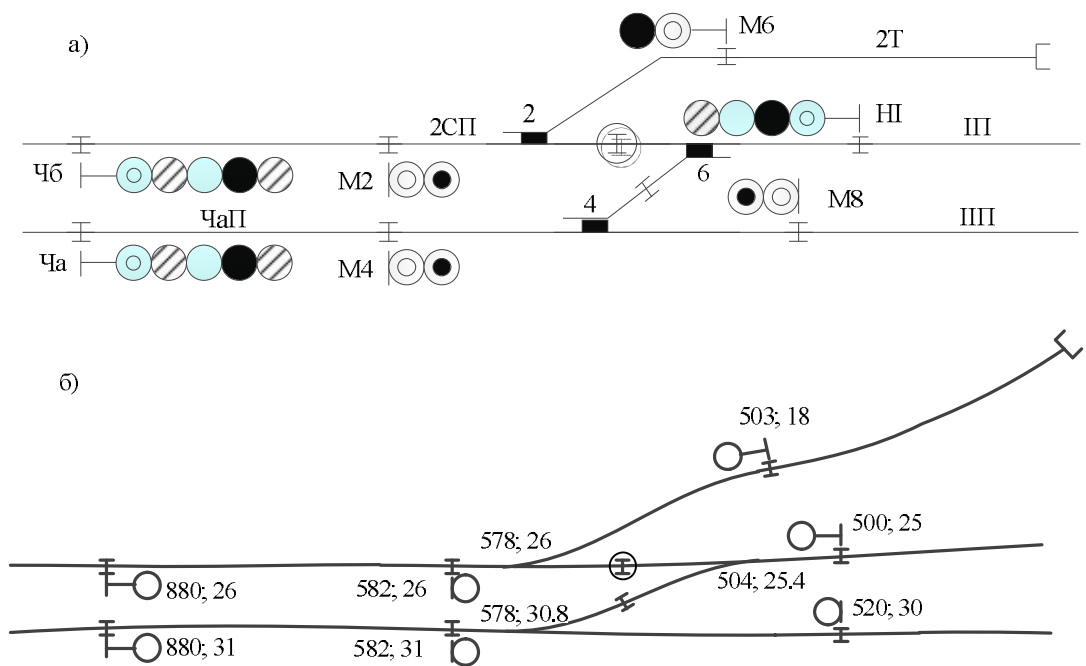


Рис. 1. План станції на табло системи керування (а) та в масштабі (б)

Такий підхід не дозволяє однозначно встановити ситуацію з відповідним оповіщенням та забезпеченням працюючих на коліях.

У зв'язку з цим пропонується перейти до геометричного визначення габариту елементів колійного розвитку (див. Рис.1, б), що дозволить підвищити ефективність функціонування систем автоматичного оповіщення.

Завдання визначення елементів колійного розвитку, які знаходяться на небезпе-

чній відстані один від одного зводиться до визначення перетину габариту рухомого складу та забезпеченої зони виконання робіт – габариту зони виконання робіт (ГЗВР).

Забезпеченою зоною виконання робіт вважається відстань не менше 4 м від крайньої рейки [3–5] або $1,52/2 + 4 = 4,76$ м від вісі колії (Рис. 2). Таким чином необхідно габарит рухомого складу, який встановлено [6], доповнити габаритом зони виконання робіт (Рис. 3).

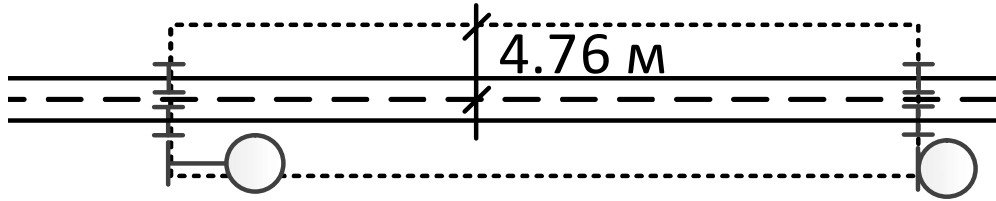


Рис. 2. Убезпечена зона виконання робіт на коліях

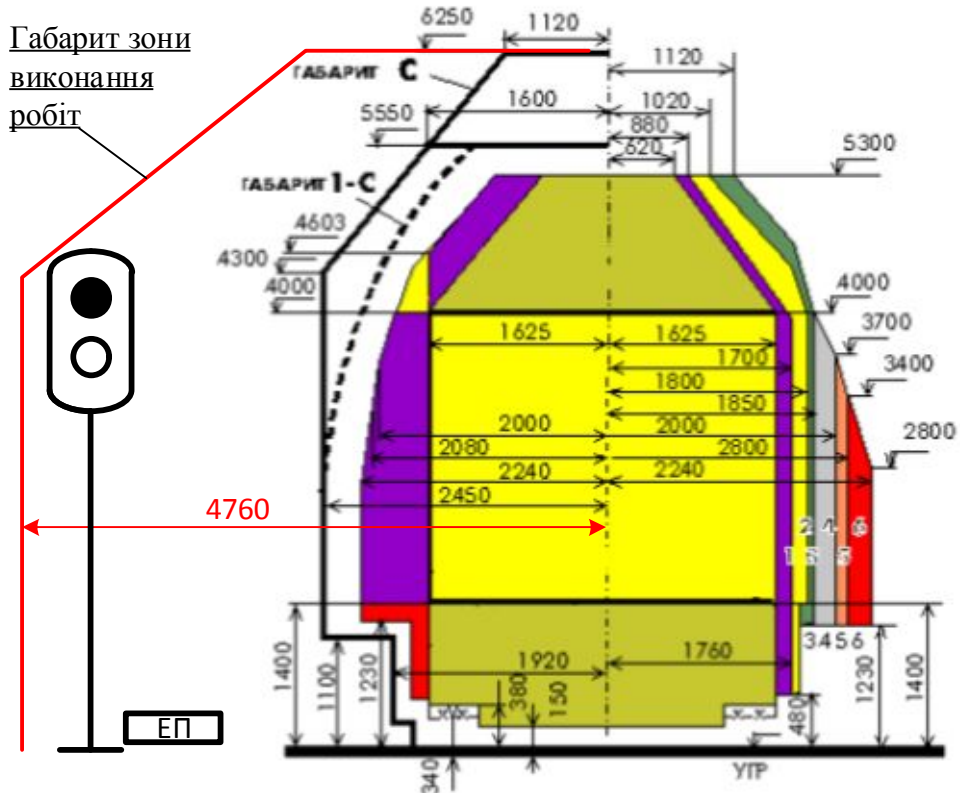


Рис. 3. Габарит рухомого складу, який доповнено зоною виконання робіт

У зв'язку з вищезначеним необхідно встановити:

– чи належить елемент колійного розвитку $a \in A$ габариту зони виконання робіт G , тобто $a \in G$;

– чи перетинається хоча би одна зі сторін ГЗВР та елемента колійного розвитку (AB) , тобто $(AB) \cap G \neq \emptyset$.

Визначення приналежності ординати елемента a з ординатами (x, y) ГЗВР: якщо $x_1 \leq x \leq x_4$ і $y_1 \leq y \leq y_4$, то об'єкт розташований в ГЗВР (Рис. 4), тобто $a \in G$.

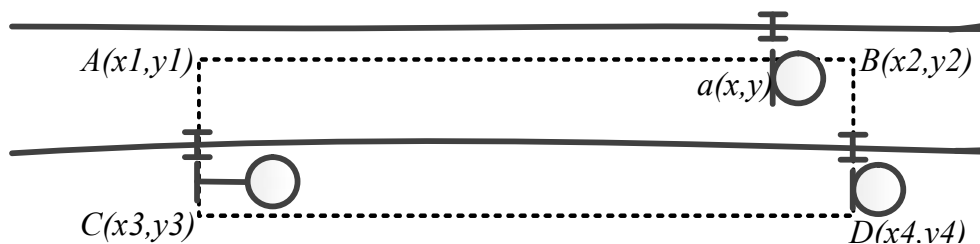


Рис. 4. Визначення приналежності ординати об'єкту ГЗВР

У зв'язку з тим, що ординати елементів на станції визначаються відносно поста електричної централізації [9], то

$$a \in G : \begin{cases} (x_{\max} \pm x_1) \leq (x_{\max} \pm x) \leq (x_{\max} \pm x_4) \\ y_1 \leq y \leq y_4 \end{cases} \quad (1)$$

де x_{\max} – ордината найвіддаленішого об'єкту у парній горловині.

Знак додавання використовується для об'єктів, що знаходяться у непарній горловині, віднімання – у парній.

Для знаходження перетину в ординаті $G(x, y)$ ділянки колії (EF) з ординатами

$$x = \frac{((x_{\max} \pm x_1) \cdot y_2 - (x_{\max} \pm x_2) \cdot y_1) \cdot ((x_{\max} \pm x_6) - (x_{\max} \pm x_5)) - ((x_{\max} \pm x_5) \cdot y_6 - (x_{\max} \pm x_6) \cdot y_5) \cdot ((x_{\max} \pm x_2) - (x_{\max} \pm x_1))}{(y_1 - y_2) \cdot ((x_{\max} \pm x_6) - (x_{\max} \pm x_5)) - (y_5 - y_6) \cdot ((x_{\max} \pm x_2) - (x_{\max} \pm x_1))}, \quad (4)$$

$$y := \frac{(y_5 - y_6) \cdot x - ((x_{\max} \pm x_5) \cdot y_6 - (x_{\max} \pm x_6) \cdot y_5)}{(x_{\max} \pm x_6) - (x_{\max} \pm x_5)}. \quad (5)$$

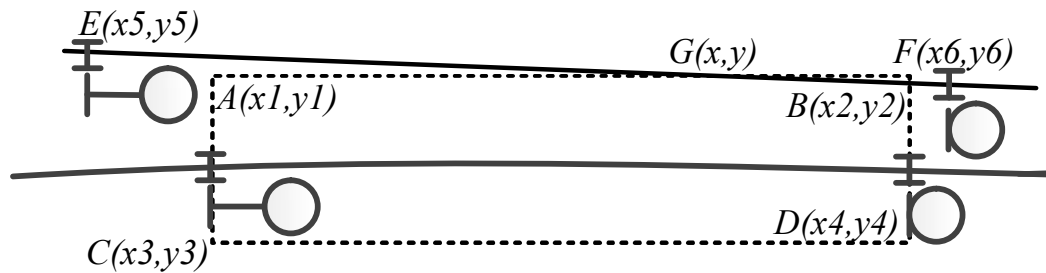


Рис. 5. Визначення перетину ділянки (EF) з ГЗВР

Для того, щоб перетин належав даним відрізкам, треба його обмежити, тобто перевірити умову:

$$(EF) \cap G \neq \emptyset : \begin{cases} (x_{\max} \pm x_1) \leq x \wedge (x_{\max} \pm x_2) \geq x \wedge (x_{\max} \pm x_5) \leq x \wedge (x_{\max} \pm x_6) \geq x \\ y_1 \leq y \wedge y_2 \geq y \wedge y_5 \leq y \wedge y_6 \geq y \end{cases} \quad (6)$$

У зв'язку з тим, що колійні ділянки є не лише прямими, але й кривими з радіусом R , то визначення перетину виконується наступним чином.

Нехай одна колійна ділянка є прямою (наприклад, ГЗВР), друга є крива з радіусом

$E(x5, y5)$ і $F(x6, y6)$ із ГЗВР G з ординатами $A(x1, y1)$ і $B(x2, y2)$ (Рис.5) складено рівняння прямих [7-9]:

$$\frac{x - (x_{\max} \pm x_1)}{(x_{\max} \pm x_2) - (x_{\max} \pm x_1)} = \frac{y - y_1}{y_2 - y_1}, \quad (2)$$

$$\frac{x - (x_{\max} \pm x_5)}{(x_{\max} \pm x_6) - (x_{\max} \pm x_5)} = \frac{y - y_5}{y_6 - y_5}. \quad (3)$$

З рівнянь (2) та (3) визначаються координати перетину x та y [7-9]:

R (Рис.6). Спочатку необхідно перенести центр кола в початок координат, виправивши відповідну константу C у рівнянні прямої. Таким чином, отримано коло з центром в $(0,0)$ радіусу R і пряму з рівнянням $Ax + By + C = 0$.

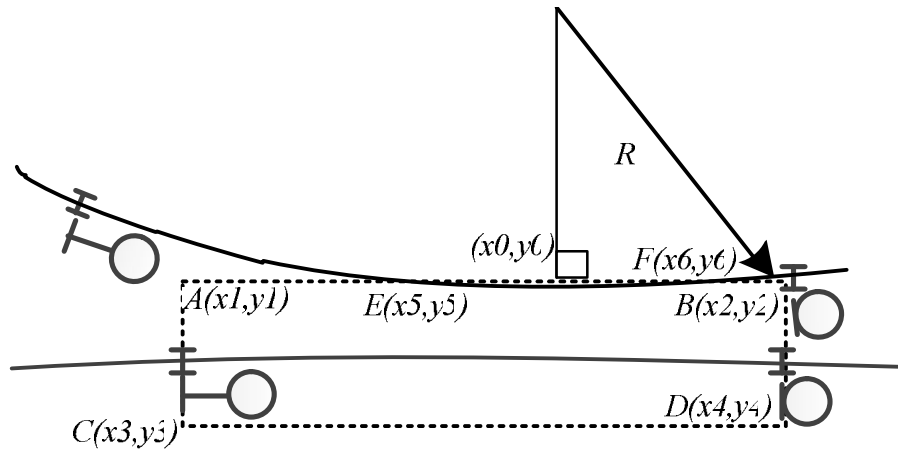


Рис. 6. Визначення перетину колійної ділянки радіусом R (EF) з ГЗВР

Спочатку необхідно знайти найближчу до центру точку прямої ділянки колії з деякими координатами (x_0, y_0) . По-перше, ця точка повинна знаходитися на такій відстані $L = \frac{|C|}{\sqrt{A^2 + B^2}}$ від початку координат.

По-друге, оскільки вектор \overline{AB} перпендикулярний прямій, то координати цієї точки мають бути пропорційні координатам цього вектору. Враховуючи, що відстань від початку координат до шуканої точки відома, то потрібно нормувати вектор \overline{AB} до цієї довжини, а отже [7-9]:

$$x_0 = -\frac{AC}{A^2 + B^2}; \quad (7)$$

$$y_0 = -\frac{BC}{A^2 + B^2}. \quad (8)$$

Якщо відстань від (x_0, y_0) до початку координат більше радіусу, то точок перетину не існує. Якщо ця відстань дорівнює радіусу, то буде одна точка. В інших випадках точок перетину буде дві.

Шукані точки перетину колійних ділянок (x_5, y_5) і (x_6, y_6) , окрім того, що повинні належати прямій (AB) , повинні лежати на одній і тій же відстані d від точки (x_0, y_0) [7-9]:

$$d = \sqrt{R^2 - \frac{C^2}{A^2 + B^2}}. \quad (9)$$

Вектор $-\overline{BA}$ колінеарний прямій, а тому шукані точки (x_5, y_5) і (x_6, y_6) можна отримати, відповідно додавши та віднявши від точки (x_0, y_0) вектор $-\overline{BA}$, що нормується до довжини d [7-9]:

$$\begin{aligned} x_5 &= x_0 + B \cdot \sqrt{\frac{d^2}{A^2 + B^2}}; \\ y_5 &= y_0 - A \cdot \sqrt{\frac{d^2}{A^2 + B^2}}; \\ x_6 &= x_0 - B \cdot \sqrt{\frac{d^2}{A^2 + B^2}}; \\ y_6 &= y_0 + A \cdot \sqrt{\frac{d^2}{A^2 + B^2}}. \end{aligned} \quad (10)$$

Припустимо, що обидві колійні ділянки є кривими з радіусом R .

Це завдання зводиться до попереднього випадку. Таким чином, отримано систему двох рівнянь $x^2 + y^2 = R_1^2$ та $(x - x_2)^2 + (y - y_2)^2 = R_2^2$. Виконавши перетворення, отримаємо, що завдання про перетин двох кіл зведеться до завдання про перетин першого кола і наступної прямої [7-9]:

$$Ax + By + C = 0, \quad (11)$$

$$A = -2x_2, \quad (12)$$

$$B = -2y_2, \quad (13)$$

$$C = x_2^2 + y_2^2 + R_1^2 - R_2^2. \quad (14)$$

Подальше рішення аналогічно попередньому випадку.

У зв'язку з тим, що зона робіт, як правило, обмежена елементом (стрілка, світлофор, стик) і має фронт декілька метрів, то для підвищення ефективності виконання робіт з'являється можливість розділити існуючі колійні секції на ділянки. Так, наприклад, виконання робіт на «ділянці 1» (Рис. 7) виконується на безпечній відстані від маршруту, отже, не виникає необхідність в оповіщенні і припиненні робіт на час проїзду поїзда по «ділянці 3».

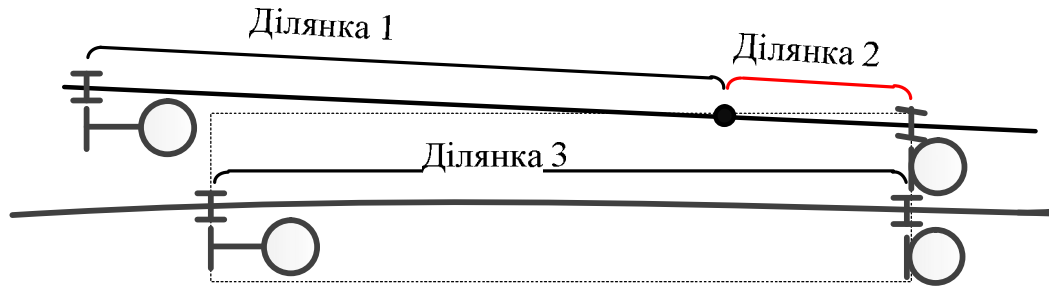


Рис. 7. Приклад розподілу секції на ділянки

У разі ж виконання робіт на «ділянці 2» необхідно виконувати оповіщення та припинення робіт на час проходу поїзда по «ділянці 3».

Висновки

Використання методу визначення елементів, що входять до зони виконання робіт на коліях дозволяє встановити небезпечні об'єкти та ділянки колійного розвитку при переміщенні рухомого складу.

Це дозволить підвищити ефективність проведення робіт на коліях, знизити як загальний травматизм, так і травматизм за смертельними наслідками. Крім того розподіл колійних ділянок дозволить підвищити ефективність систем автоматичного оповіщення.

Список літератури:

1. Правила технической эксплуатации железных дорог Украины (утверждены приказом МТУ № 411 от 20.12.1996 г. с изменениями согласно приказа МТУ № 179 от 19.03.2002 г.)
2. Соболев, Ю.В. Удосконалена автоматична система сповіщення працюючих на коліях – АСС УкрДАЗТ

[Текст] / Мороз В.П., Єлизаренко О.В. та ін. // Збірник наукових праць Української державної академії залізничного транспорту. – 2005. – С. 233 – 239.

3. Бекасов, В.И. Охрана труда. Технические средства защиты от наездов подвижного состава на людей. Методические указания для дипломного проектирования. Часть 1 [Текст] / В.И. Бекасов, В.И. Болотин, В.И. Жуков. – М.: ВЗИИТ, 1987. – 54 с.

4. Бузанов, С.П. Охрана труда на железнодорожных станциях [Текст] / С.П. Бузанов, В.Ф. Харламов. – М.: Транспорт, 1986. – 284 с.

5. Охрана труда на железнодорожном транспорте. Под. ред. Ю.Г. Сибарова. – М.: Транспорт, 1981. – 287с.

6. ГОСТ 9238-83 Габариты приближения строений и подвижного состава железных дорог колеи 1520 (1524) мм

7. Бортакoвский, А.С. Аналитическая геометрия в примерах и задачах [Текст] / А.С. Бортакoвский, А.В. Пантелеев. – М.: Высш.шк., 2005. – 496с.: ил.

8. Привалов, И.И. Аналитическая геометрия [Текст] / И.И. Привалов. – М.: Наука, 1966. – 272с.

9. Сапожников, Вл.В. Эксплуатационные основы автоматки и телемеханики [Текст] / Вл.В. Сапожников и др.; под ред. Вл.В. Сапожников – М.: Маршрут, 2006. – 247с.

Spisok literatury:

1. Pravila tehnichej jekspluatacii zheleznyh dorog Ukrainy (utverzheny prikazom MTU № 411 ot 20.12.1996 g. s izmenenijami soglasno prikaza MTU № 179 ot 19.03.2002 g.)

2. Sobolev, Ju.V. Udoskonalena avtomatichna sistema spovishhennja pracujuchih na kolijah – ASS UkrDAZT [Tekst] / Moroz V.P., Elizarenko O.V. ta in. // Zbirnik naukovih prac' Ukraïns'koj derzhavnoj akademij zaliznichnogo transportu. – 2005. – S. 233 – 239.

3. Bekasov, V.I. Ohrana truda. Tehnichekie sredstva zashhity ot naezdov podvizhnogo sostava na ljudej. Metodicheskie ukazanija dlja diplomnogo proektirovanija. Chast' 1 [Tekst] / V.I. Bekasov, V.I. Bolotin, V.I. Zhukov. – М.: VZIT, 1987. – 54 s.

4. Buzanov, S.P. Ohrana truda na zheleznodorozhnyh stancijah [Tekst] / S.P. Buzanov, V.F. Harlamov. – М.: Transport, 1986. - 284 s.

5. Ohrana, truda na zheleznodorozhnom transporte. Pod. red. Ju.G. Sibarova. – М.: Transport, 1981. – 287s.

6. GOST 9238-83 Gabarity priblizhenija stroenij i podvizhnogo sostava zheleznyh dorog kolei 1520 (1524) mm

7. Bortakovskij, A.S. Analiticheskaja geometrija v primerah i zadachah [Tekst] / A.S. Bortakovskij, A.V. Pantelev. – М.: Vyssh.shk., 2005. – 496s.: il.

8. Privalov, I.I. Analiticheskaja geometrija [Tekst] / I.I. Privalov. – М.: Nauka, 1966. – 272s.

9. Sapozhnikov, VI.V. Jekspluatacionnye osnovy avtomatiki i telemechaniki [Tekst] / VI.V. Sapozhnikov i dr.; pod red. VI.V. Sapozhnikov – М.: Marshrut, 2006. – 247s.

Анотації:

Представлено метод визначення елементів, що входять до зони виконання робіт на коліях, який засновано на геометричному представленні колійного розвитку. Обгрунтовано необхідність виконання оповіщення та убезпечення працюючих при переміщенні рухомого складу по суміжній з зоною виконання робіт колії.

Ключові слова: колійний розвиток, геометрична модель колійного розвитку, зона виконання робіт, габарит зони виконання робіт, габарит рухомого складу.

Представлен метод определения элементов, которые входят в зону выполнения работ на путях, основанный на геометрическом представлении путевого развития. Обоснована необходимость выполнения оповещения и обеспечения безопасности работающих при перемещении подвижного состава по смежному с зоной выполнения работ пути.

Ключевые слова: путевое развитие, геометрическая модель путевого развития, зона производства работ, габарит зоны производства работ, габарит подвижного состава.

Presented a method to determine which items are included in the work area on the paths based on the geometrical representation track development. The necessity of performing warning and safety at work when moving rolling stock adjacent to the area of work the way.

Keywords: gridiron, gridiron geometric model, the area of production work, the work area size, size of the rolling stock