

## ОСОБЛИВОСТІ РУХУ ВАНТАЖНОГО ТРАНСПОРТУ В ТРАНСПОРТНИХ ВУЗЛАХ

Хом'як А.Я., кандидат технічних наук, Національний транспортний університет, Київ, Україна  
Шкіт М.А., Національний транспортний університет, Київ, Україна

## CHARACTERISTICS MOVEMENT OF FREIGHT TRANSPORT IN TRANSPORT HUBS

Khomyak A.Ya., Ph.D in Technical Science, National Transport University, Kyiv, Ukraine  
Shkit M.A., National Transport University, Kyiv, Ukraine

## ОСОБЕННОСТИ ДВИЖЕНИЯ ГРУЗОВОГО ТРАНСПОРТА В ТРАНСПОРТНЫХ УЗЛАХ

Хомяк А.Я., кандидат технических наук, Национальный транспортный университет, Киев, Украина  
Шкит Н.А., Национальный транспортный университет, Киев, Украина

### Вступ

Транспорт є ключовою ланкою економічної системи держави і належить до стратегічно важливих галузей національної економіки. Автомобільний транспорт є могутнім сектором української економіки, що обслуговує практично всі галузі господарства і всі верстви населення, сприяє розвитку транспортно-економічних зв'язків і якості життя[1].

Щороку можна спостерігати динаміку розвитку інтенсивності руху на автомобільних дорогах. Зі збільшенням інтенсивності пропорційно збільшується імовірність виникнення ДТП.

Враховуючи динаміку збільшення кількості дорожно-транспортних подій (ДТП), необхідно в загальній аварійності виділити аварійність, пов'язану з наявністю в транспортних потоках вантажних автомобілів. Важкість ДТП за участю такого виду транспорту на порядок вища, ніж за участю легкових автомобілів.

Дослідження, проведенні IRU (Міжнародний союз автомобільного транспорту) в країнах Європи [2] показують, що кількість ДТП з вантажними автомобілями складає 13% від усієї кількості ДТП.

Аналіз цих ДТП показав, що причиною 85,2% усіх аварій є людський фактор. У більш ніж 30% випадків дорожньо-транспортних подій на перехресті, незалежно від того, чи винен в ній водій вантажівки, чи водій іншого транспортного засобу, основними факторами, що впливають на аварію, є:

- порушення правил проїзду перехрестя (недотримання знаків дорожнього руху, порушення проїзду на перехресті, регульованого світлофором і т.д.),
- недотримання швидкісного режиму.

Для безпечного проїзду нерівнозначного нерегульованого перехрестя на одному рівні транспортними засобами другорядного напрямку необхідне одночасне виконання двох умов роз'їзду:

- 1) необхідна умова безпечного роз'їзду – наявність розриву в транспортному потоці головного напрямку;
- 2) достатня умова безпечного роз'їзду – розрив в транспортному потоці головного напрямку повинен дорівнювати як мінімум часу повного проїзду смуги руху транспортним засобом другорядного напрямку.

Підвищення інтенсивності транспортних потоків, невпинне зростання кількості автомобілів в умовах обмеженої транспортної мережі та недосконалої організації руху транспорту зумовлюють подальше загострення транспортних проблем.

### Основна частина

На невпорядкованих перехрестях, де радіуси кривих в плані не відповідають вимогам сучасного великогабаритного транспорту, водії головної дороги перш, ніж здійснити правоповоротний маневр, змушені в максимально знижувати швидкість, зміщуватися на смугу зустрічного руху, здійснювати поворот, закінчуючи його також на смузі зустрічного руху другорядної дороги. За наявності на цій дорозі автомобіля, що стоїть в черзі для здійснення поворотного маневру, робота перехрестя може бути повністю паралізованою. Імовірність заторів та довгострокових простоїв збільшується, якщо ширина проїзної частини другорядної дороги становить менше 6 м.

Призначення типу заокруглень на перетинах і примиканнях, коли як основний тип заокруглення застосовується дуга, яка представлена коловою кривою, без додаткових перехідних кривих. Хоча

відомо, що при русі по заокругленню різні колеса автомобіля підпорядковуються різним законам і не можуть описувати криву постійного радіуса. Отже, область, яку перекриває автомобіль при своєму русі, в цілому має досить складний вид.

Побудовою математичної моделі траєкторії руху займалися Попов С.Д., Резнік В. Н., Закін Я.Х., Смірнов Г.А., Фаробін Я.Е., Соколов Г.М. [3-8].

Траєкторія руху вантажного транспорту, особливо, автопоїздів, відрізняється від траєкторії руху легкових автомобілів. При русі по кривих малих радіусів, радіус траєкторії руху напівпричепа і причепа помітно менший, ніж у тягача (рис. 1). Тому траєкторія руху тягача на повороті відрізняється від траєкторії руху одиночного автомобіля – інтервал між кромкою твердого покриття і внутрішнім колесом дороги повинен бути для тягача більшим.

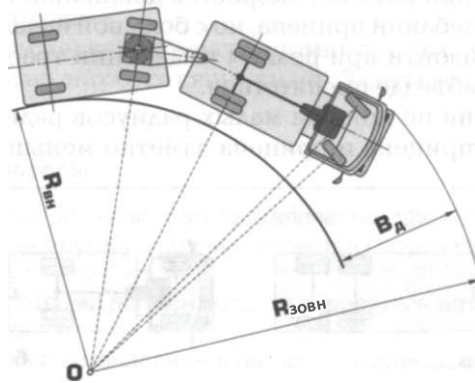


Рисунок 1 – Збільшення на повороті динамічної ширини  $B_d$  автопоїзда в порівнянні з одиночним автомобілем:  $R_{вн}$  – внутрішній радіус повороту;  $R_{зовн}$  – зовнішній радіус повороту

Маневреність автопотяга оцінюється залежностями, які виходять з кінематики їх криволінійного руху. При цьому приймається, що опорна поверхня, по якій проходить криволінійний рух, горизонтальна та має покриття, яке не створює опору руху. Відведення коліс при цьому не враховується, що значно спрощує розрахунки і забезпечує достатню точність результатів для практичних цілей.

При аналізі кінематики криволінійного руху автопотяга, визначають траєкторії його певних точок. Із траєкторій виділяють основну, якою є траєкторія середини ведучого або середини центра двовісного заднього візочка автопотяга.

Модель кривої будується при русі автопоїздів на малих швидкостях. Це обумовлено незабезпеченістю проїздів для даних видів транспорту.

Головною характеристикою, яка впливає на габаритну ширину смуги руху, є величина зміщення причепа. Існує два види зміщення причепа: зміщення при високих швидкостях і при низькій швидкості.

Зміщення при низькій швидкості відбувається тоді, коли автомобіль здійснює маневр на низькій швидкості (10-20км/год), як правило це поворот на  $90^0$  або здійснення розвороту. В даному випадку зміщення є максимальним, тобто відхилення від центральної осі досягає свого максимального значення. Цей фактор потрібно враховувати якраз на примиканнях та пересіченнях в одному рівні (рис. 2).

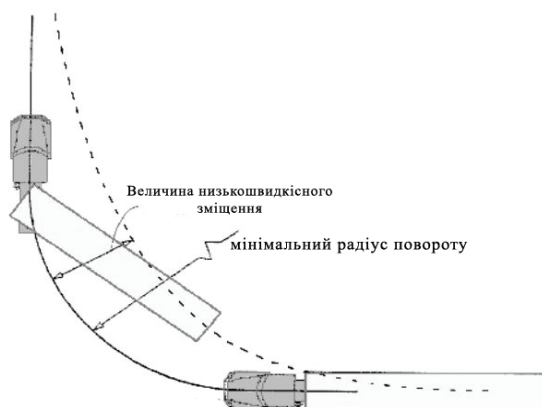


Рисунок 2 – Схема руху зі зміщенням на низьких швидкостях

Зміщення при високих швидкостях (60-100км/год), як правило, відбувається на горизонтальних кривих. При цьому зміщення причепа невелике і забезпечується поширенням на кривих (рис. 3).

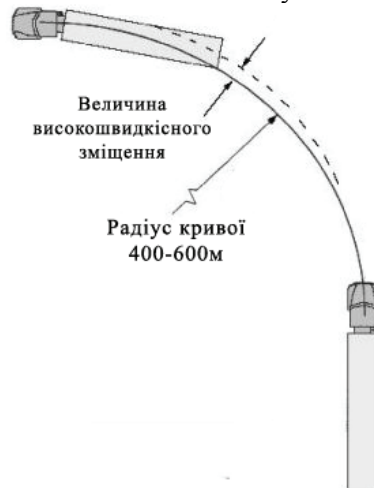


Рисунок 3 – Схема руху зі зміщенням на високих швидкостях

Для вирішення подібних завдань провідні фірми застосовують самохідні агрегати особливо великої вантажопідйомності, що формуються на основі самохідних колісних модулів, що дозволяє скласти мобільну платформу практично будь-якого розміру і форми. Наприклад, модулі MSPE фірми Cometto можуть працювати на гіпотетичному квадраті 200 Ч 200 м. Характерні габаритні розміри подібного модуля 430 Ч 3000 мм [3].

Для побудови траєкторії руху, для порівняння, також можна використати програмний комплекс Auto TURN Pro 3D.

На (рис.4) показано основні траєкторії повороту автопоїзда на  $90^0$  та на  $180^0$ .

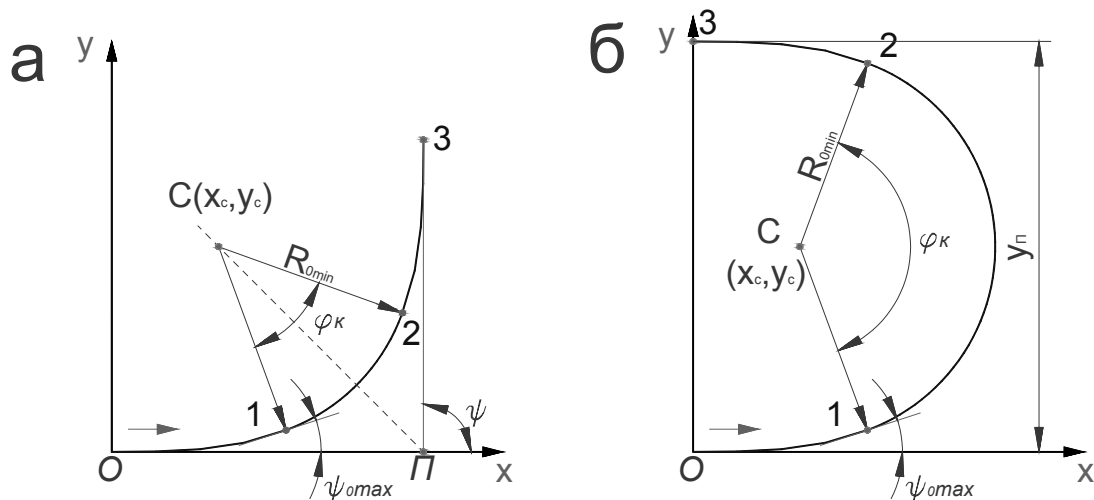


Рисунок 4 – Форми основних траєкторій криволінійного руху автопоїзда при його повороті: а – на  $90^0$ ; б – на  $180^0$ ; 1 – 3 – границі ділянок руху (стрілки вказують напрямок руху); C ( $x_c, y_c$ ) – центри колових ділянок;  $x_c, y_c$  – їх координати; П – точка повороту на напрямок руху;  $\psi$  – кут повороту;  $\psi_{0max}$  – кут повороту поздовжньої осі автомобіля;  $y_n$  – ширина траєкторії руху.

Габаритну шину смуги руху Закін Я.Х. [5] пропонує визначати за формулою (1):

$$B_{\Gamma} = \Delta B_{\text{в}} + \Delta B_{\text{з}} \quad (1)$$

де  $\Delta B_{\text{в}}$  – внутрішня ширина смуги руху відносно осі тягача;

$\Delta B_{\text{з}}$  – зовнішня ширина смуги руху відносно осі тягача.

Також потрібно врахувати, що при більшій швидкості руху збільшується мінімальний радіус повороту (рис. 5).



Рисунок 5 – Графік залежності мінімального радіуса повороту від швидкості руху

Як видно з рис. 6, лінія залежності має вигляд гілки кубічної параболи, яку можливо описати математичним рівнянням з визначенням мінімального радіуса повороту від розрахункової швидкості руху за формулою (2):

$$R_0 = -0,000V^3 + 0,078V^2 - 2,028V + 21,62 \quad (2)$$

При проектуванні елементів розв'язок з умови високих швидкостей, необхідно ув'язувати швидкість руху з мінімальним радіусом повороту.

Для дослідження було обрано автопоїзд, що являє собою тягач з сідельним причепом (рис.6)

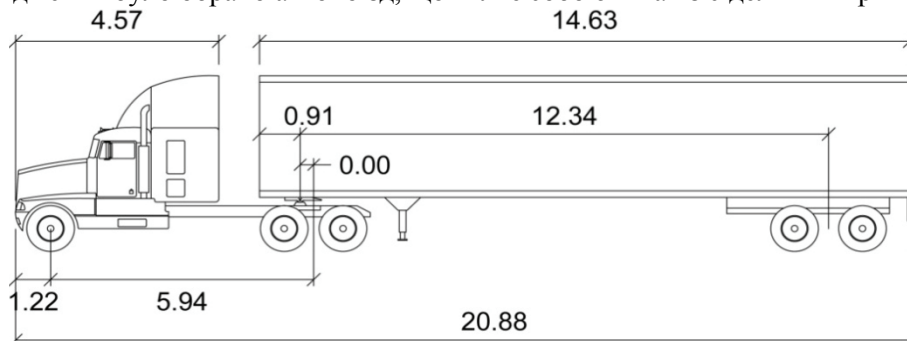


Рисунок 6 – Геометричні розміри, прийнятого для порівняння

В якості схеми повороту було обрано поворот на  $90^0$ , з внутрішньою кривою, радіусом 12м. В результаті проведених досліджень були отримані такі результати (рис.7)

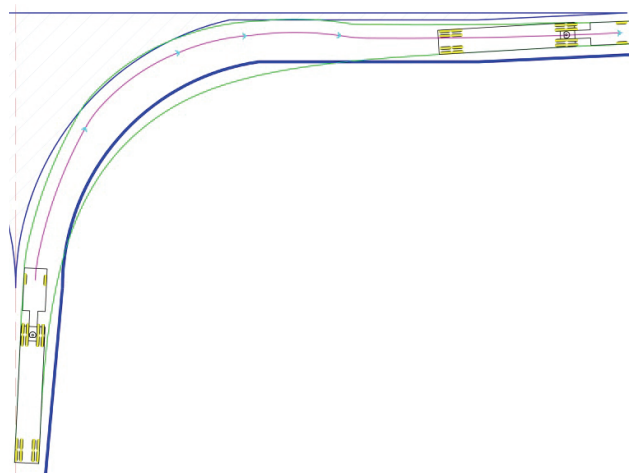


Рисунок 7 – Траєкторія руху автопоїзда, отримана на основі використання програмного комплексу Auto TURN Pro 3D

Згідно отриманих даних було встановлено, що габаритна ширина руху автопоїзда складає близько 6,0м. Траєкторію руху задньої осі можна зобразити рівнянням (3):

$$y = -3E-07x^5 + 5E-05x^4 - 0,0034x^3 + 0,0729x^2 + 0,9716x - 0,5485 \quad (3)$$

Ширину габаритної смуги руху за методикою Woodrooffe пропонується визначати за апроксимованою формулою теореми Піфагора[9](4):

$$B_T = -R + \sqrt{R^2 - L^2} \quad (4)$$

Де R – радіус кривої, м;

L – загальна довжина автопотяга, м.

Якщо  $L \ll R$  то можливо використовувати спрощену формулу (5):

$$B_{\Gamma} = -0,5(L^2/R) \quad (5)$$

Формула (4) дає досить точні для більшості випадків результати, але додаткові ефекти, наприклад, наявність декількох осей, віраж проїзної частини, і форма кузова можуть також грати важливу роль.

Прості емпіричні формули для визначення кривої розширення для горизонтальних кривих при зміщенні причепа на високих швидкостях були запропоновані багатьма авторами і державних установ в Європі та Північній Америці [10]. Поширений спосіб визначення поширення, який використовується в Північній Америці (6, 7):

$$B_{\Gamma} = 37R \quad (6)$$

$$B_{\Gamma} = 18,6R \quad (7)$$

Формула (6), як правило, використовується для автопоїздів, представлених тягачем та сідельним причепом. Формула (7) – автопоїзд з декількома причепами. Наведені вище рівняння пристосовані для типових розмірів вантажівок, які використовуються в США і Канаді. В Європі ця величина складає (8)

$$B_{\Gamma} = 32R \quad (8)$$

Методика, запропонована Cain і Langdon [10] для визначення габаритної ширини смуги руху, застосовує акпроксимальне рівняння за експоненціальним прогнозуванням (9):

$$B_{\Gamma} = \left( R - (R - L_1)^{\frac{1}{2}} \right) \left( 1 - e^{-0,015 \cdot \alpha \cdot \frac{R}{L} + 0,216} \right) \quad (9)$$

Де  $L_1$  – довжина причепа, м;

$\alpha$  – кут зміщення.

Результати порівняння різних методів визначення габаритної ширини смуги руху представлені в табл.1.

Таблиця 1 – Результати визначення габаритної ширини смуги руху при різних радіусах та за різними методиками

	Радіуси повороту															
	15 м				20 м				25 м				30 м			
	За методикою Закіна	Програмний комплекс	За методикою Woodroffe	За методикою Cain і Langdon	За методикою Закіна	Програмний комплекс	За методикою Woodroffe	За методикою Cain і Langdon	За методикою Закіна	Програмний комплекс	За методикою Woodroffe	За методикою Cain і Langdon	За методикою Закіна	Програмний комплекс	За методикою Woodroffe	За методикою Cain і Langdon
Величина габаритної ширини смуги руху	12,2	8,3	9,0	6,1	9,3	7,1	6,8	5,5	7,9	6,3	5,8	5,1	7,0	5,7	5,2	4,8

Отримані дані можна зобразити у вигляді графіка (рис.8.)

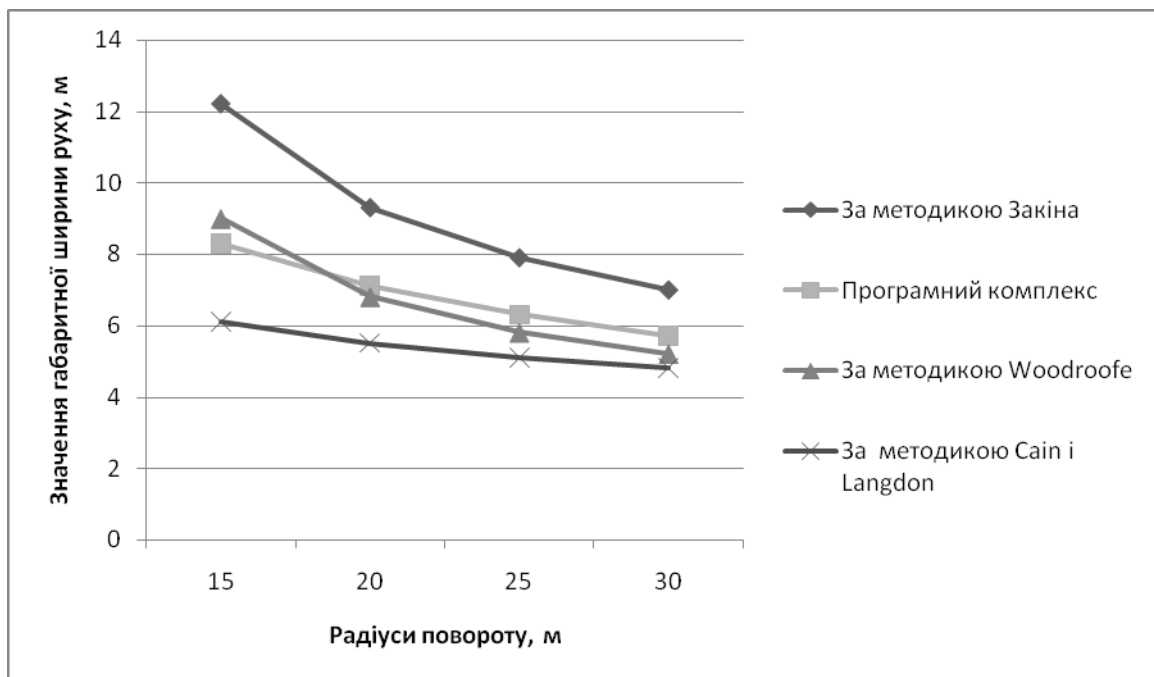


Рисунок 8 – Графік залежності габаритної ширини руху при різних радіусах та за різними методиками

Отже, значення габаритної ширини руху, яка визначається за різними методиками, має різні значення. Всі значення для певного радіуса за різними методиками відрізняються приблизно на 1,0-1,5м. Але навіть дана розбіжність не задовольняє умови руху, так як, наприклад, при русі на примиканні в одному рівні і радіусі повороту 15м, ширина смуги нормована – 4,5м. А різні методики рекомендують від 12,2 до 6,1м. Щоб більш детально проаналізувати відповідність даних методик практичним значенням, потрібно провести ряд експериментальних досліджень.

#### Висновки

Існує декілька різних методик для визначення величини габаритної смуги. Отримані результати дещо різняться в показниках і вимагають подальшого обґрунтування для застосування у проектній практиці. Тож вивчення величини габаритної смуги з метою врахування при проектуванні перетинів та розв'язок вимагає проведення експериментальних досліджень, які б давали можливість оцінювати величину зміщення причепа.

#### ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. «Автомобільний транспорт України: стан, проблеми, перспективи розвитку»: Монографія / Державний автотранспортний Науково –дослідний і проектний інститут; За заг. ред. А.М. Редзюка. – К.: ДП "ДержавтотрансНДІпроект", 2005. – 400 с: ил. ISBN 966-8799-02-X.
2. Научное исследование. Причины дорожно-транспортных происшествий с участием грузовых автомобилей в Европе: Краткий обзор и рекомендации / Международный союз автомобильного транспорта. – Ш., 2007. –С. 1-19
3. Попов С.Д. Об одном из возможных подходов к управлению маневром многозвенных колесных платформ / Попов С.Д.// Вестник МГТУ им. Н.Э. Баумана: электронное издание. 2013. С. 1-13
4. Резник В.Н Исследование транспортных потоков и организации движения на пересечениях и примыканиях автомобильных дорог в одном уровне /Резник В.Н// К. :1974.– 28 с.
5. Закин Я.Х. Прикладная теория движение автопоезда /Закин Я.Х.// ТРАНСПОРТ. – М.: 1967. – 255 с.
6. Смирнов Г. А. Теория движения колесных машин/Смирнов Г. А.// Машиностроение. – М.: 1990. – 352 с.
7. Фаробин Я. Е. Теория поворота транспортных машин / Фаробин Я. Е. // Машиностроение. – М.: 1970. – 176 с.
8. Соколов Г. М. Математическая модель динамики нестационарного движения лесовозного автопоезда на кривых / Соколов Г. М., Стариков С.А. //Современные наукоемкие технологии №4. – 2006. С. 79-82.
9. Harwood D. W. Highway/Heavy Vehicle Interaction /Harwood D. W., Potts I. B., Torbic D. J.// TRANSPORTATION RESEARCH BOARD. – W.: 2003. 105 p.

#### REFERENCES

1. Derzhavnyi avtotransportnyi Naukovo-doslidnyi i proektnyi instytut; Za zah. red. A.M. Redzyuka. "Avtomobilnyi transport Ukrayiny: stan, problemy, perspektyvy rozvytku": Monohrafiya. [Road transport of Ukraine: state, problems, prospects.] Kyiv, DP "DerzhavtotransNDIproekt" Publ., 2005. 400 p. (Ukr)
2. Mezhdunarodnyy soyuz avtomobilnogo transporta. Nauchnoe issledovanie. Prichiny drozhno-transportnykh proisshestviy s uchastiem gruzovykh avtomobiley v Evrope: Kratkiy obzor i rekomendatsii. [Causes of road traffic accidents involving trucks in Europe: summary and recommendations] Switzerland. 2007. 1-19pp. (Rus)
3. Popov S.D. Ob odnom iz vozmozhnykh podkhodov k upravleniyu manevrom mnogozvennykh kolesnykh platform. Vesnik MGTU im. N.E. Baumana: elektronnoe izdanie [Bulletin of Moskov State Technical University], 2013, pp. 1-13. (Rus)
4. Reznik V.N. Issledovanie transporthykh potokov I organizatsii dvizheniya na peresecheniyakh I primykaniyakh avtomobilnykh dorog v odnom urovne. Kyiv, KADI Publ., 1974. 28 p. (Rus)
5. Zakin Ya. Kh. Prikladnaya teoriya dvizheniya avtopoezda. Moskov, TRANSPORT Publ., 1967. 255 p. (Rus)
6. Smirnov G.A. Teoriya dvizheniya koleshykh mashin. Moskov, Mashstroenie Publ., 1990. 352 p. (Rus)
7. Farobin Ya.E. Teoriya povorota transportnykh mashin. Moskov, Mashstroenie Publ., 1970. 176 p. (Rus)
8. Sokolov G.M. Matematicheskaya model dinamiki nestatsyonarnogo dviaheniya lesovoznogo avtopoezda na krivykh. SOVRIMENNYE NAUROEMKIE TEKHNologii [Bulletin of MODERN HIGH TECHNOLOGIES], 2006, issue 3, pp. 79-82. (Rus)
9. Harwood D. W., Potts I. B., Torbic D. J. Highway/Heavy Vehicle Interaction. Washington, TRANSPORTATION RESEARCH BOARD Publ., 2003. 105 p. (Eng)
10. Lanly J.P. Road Design and Construction. Washington, FAO Publ., 2004. 96 p. (Eng)

#### РЕФЕРАТ

Хом'як А.Я. Особливості руху вантажного транспорту в транспортних вузлах / А.Я. Хом'як, М.А. Шкіт // Вісник Національного транспортного університету. Серія «Технічні науки». Науково-технічний збірник. – К. : НТУ, 2015. – Вип. 1 (31).

В статті йдеться про аналіз траєкторії руху великобаритних транспортних засобів при русі на пересіченнях та примиканнях.

Об'єкт дослідження – великогабаритні транспортні засоби.

Мета роботи – аналіз існуючих принципів визначення траєкторії руху великогабаритних транспортних засобів.

На невпорядкованих перехрестях, де радіуси кривих в плані не відповідають вимогам сучасного великогабаритного транспорту, водії головної дороги перш, ніж здійснити правоповоротний маневр, змушені в максимальному ступені знижувати швидкість, зміщуватися на смугу зустрічного руху, здійснювати поворот, закінчуючи його також на смугі зустрічного руху другорядної дороги. За наявності на цій дорозі автомобіля, стоячого в черзі для здійснення поворотного маневру, робота перехрестя може бути повністю паралізована. Імовірність заторів та довгострокових простоїв збільшується, якщо ширина проїзної частини другорядної дороги становить менше 6 м.

Призначення типу заокруглень на перетинах і примиканнях, коли як основний тип заокруглення застосовується дуга без влаштування перехідної кривої. Хоча відомо, що при русі по заокругленню різні колеса автомобіля підпорядковуються різним законам і не можуть описувати криву постійного радіусу. Отже, область, яку перекиває автомобіль при своєму русі, в цілому має досить складний вид.

В статті зроблено огляд існуючих методик, присвячених побудові траєкторії руху великогабаритних транспортних засобів.

Маневреність автопотяга оцінюється залежностями, які виходять з кінематики їх криволінійного руху. При цьому приймається, що опорна поверхня, по якій проходить криволінійний рух, горизонтальна та має покриття, яке не створює опору руху. Відведення коліс при цьому не враховується, що значно спрощує розрахунки і забезпечує достатню точність результатів для практичних цілей.

Модель кривої будується при русі автопоїздів на малих швидкостях. Це обумовлено незабезпеченістю поїздів для даних видів транспорту.

В ході проведеного аналізу зроблені висновки: існує декілька різних методик для визначення величини габаритної смуги. Отримані результати дещо різняться в показниках і вимагають подальшого обґрунтування для застосування у проектній практиці. Тож вивчення величини габаритної смуги з метою врахування при проектуванні перетинів та розв'язок вимагає проведення експериментальних досліджень, які б давали можливість оцінювати величину зміщення причепа.

**КЛЮЧОВІ СЛОВА:** АВТОПОЇЗД, ТРАЄКТОРІЯ РУХУ, ВЕЛИКОГАБАРИТНИХ ТРАНСПОРТНИЙ ЗАСІБ, ЗМІЩЕННЯ ПРИЧЕПА, КРИВОЛІНІЙНА ТРАЄКТОРІЯ РУХУ.

#### ABSTRACT

Khomyak A. Ya., Shkit M.A. Characteristics movement of freight transport in transport hubs. Visnyk National Transport University. Series «Technical sciences». Scientific and Technical Collection. – Kyiv: National Transport University, 2015. – Issue 1 (31).

The article refers to the analysis of the trajectory of large vehicle when driving at crossings and contiguity.

Object of study – large vehicles.

Purpose – analysis of existing principles that determine the trajectory of the large-sized vehicles.

In the disordered intersections where the radii of curves in plan does not meet the requirements of modern large-vehicle drivers the main road before perform right hand maneuver forced as much as possible to reduce speed, shift into oncoming traffic, make a turn, and ending with his band on the road minor the road. In the presence of the vehicle on the road, standing in line to perform turning maneuver, the work of intersection can be completely paralyzed. The probability of congestion and long downtime increases, if the width of the roadway minor road is less than 6 m.

Appointment Type fillets at the intersections and contiguity as a basic type of rounding used without placing an arc transition curve. Although it is known that when the curvature on different wheels of the car are subject to different laws and cannot describe a curve of constant radius. Thus, the area that overlaps the car in its motion, in general has a very sophisticated look.

The paper reviews the existing techniques dedicated to the construction of the trajectory of the large-sized vehicles.

Maneuverability lorries estimated dependencies that go with them curvature kinematics motion. In this case, it is assumed that bearing surface, which forms the curvilinear motion, horizontal and has a coating that does not create resistance movement. Pleas wheels is not taken into consideration, which greatly simplifies the calculations and provides sufficient accuracy of the results for practical purposes.

The model curve is constructed by driving trains at low speeds. This is Proper passages for these types of vehicles.

During the analysis conclusions: there are several different methods for the determination of the dimensional band. The results are somewhat different in performance and require further study for use in design practice. Therefore, the study of the value of dimensional strips in order to reflect the design of intersections and interchanges require experimental studies have made it possible to estimate the magnitude of bias trailer.

**KEYWORDS:** ROAD TRAIN, TRAJECTORY, LARGE VEHICLE, OFFTRACKING, SWEEP PATH.

#### РЕФЕРАТ

Хомяк А.Я. Особенности движения грузового транспорта в транспортных узлах / А.Я. Хомяк, М.А. Шкит // Вестник Национального транспортного университета. Серия «Технические науки». Научно-технический сборник. – К. : НТУ, 2015. – Вып. 1 (31).

В статье речь идет об анализе траектории движения крупногабаритных транспортных средств при движении на пересечениях и примыканиях.

Объект исследования – крупногабаритные транспортные средства.

Цель работы – анализ существующих принципов определения траектории движения крупногабаритных транспортных средств.

На неупорядоченных перекрестках, где радиусы кривых в плане не соответствуют требованиям современного крупногабаритного транспорта, водители главной дороги прежде, чем осуществить правоповоротный маневр, вынуждены в максимальной степени снижать скорость, смещаться на полосу встречного движения, осуществлять поворот, заканчивая его также на полосе встречного движения второстепенной дороги. При наличии на этой дороге автомобиля, стоящего в очереди для



осуществления поворотного маневра, работа перекрестка может быть полностью парализована. Вероятность заторов и долгосрочных простоев увеличивается, если ширина проезжей части второстепенной дороги составляет менее 6 м.

Назначение типа закруглений на пересечениях и примыканиях, когда как основной тип закругления применяется дуга без устройства переходной кривой. Хотя известно, что при движении по закруглению разные колеса автомобиля подчиняются разным законам и не могут описывать кривую постоянного радиуса. Следовательно, область, которую перекрывает автомобиль в своем движении, в целом имеет довольно сложный вид.

В статье сделан обзор существующих методик, посвященных построению траектории движения крупногабаритных транспортных средств.

Маневренность автопоезда оценивается зависимостями, которые выходят из кинематики их криволинейного движения. При этом принимается, что опорная поверхность, по которой проходит криволинейное движение, горизонтальная и имеет покрытие, не создает сопротивления движению. Увода колес при этом не учитывается, что значительно упрощает расчеты и обеспечивает достаточную точность результатов для практических целей.

Модель кривой строится при движении автопоездов на малых скоростях. Это обусловлено необеспеченностью проездов для данных видов транспорта.

В ходе проведенного анализа сделаны выводы: существует несколько различных методик для определения величины габаритной полосы. Полученные результаты несколько отличаются в показателях и требуют дальнейшего обоснования для применения в проектной практике. Поэтому изучение величины габаритной полосы с целью учета при проектировании пересечений и развязок требует проведения экспериментальных исследований, которые бы давали возможность оценивать величину смещения прицепа.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** АВТОПОЕЗД, ТРАЕКТОРИЯ ДВИЖЕНИЯ, КРУПНОГАБАРИТНОЕ ТРАНСПОРТНОЕ СРЕДСТВО, СМЕЩЕНИЕ ПРИЦЕПА, КРИВОЛИНЕЙНАЯ ТРАЕКТОРИЯ ДВИЖЕНИЯ.

#### АВТОРИ:

Хомяк Анна Ярославівна, Національний транспортний університет, к.т.н., доцент кафедри проектування доріг, геодезії та землеустрою, Україна, 01010, Київ, вул. Суворова, 1.

Шкіт Микола Анатолійович, Національний транспортний університет, аспірант кафедри проектування доріг, геодезії та землеустрою, e-mail: [shketkol@gmail.com](mailto:shketkol@gmail.com), тел. +380963305184, Україна, 01010, Київ, вул. Суворова, 1.

#### AUTHORS:

Khomyak Anna Yaroslavivna, National Transport University, Ph.D in Technical Science, Associate Professor of the Department of designing of roads, geodesy and land management, Ukraine, 01010, Kyiv, st. Suvorova, 1.

Shkit Mykola Anatoliiovych, National Transport University, Postgraduate Student of the Department of designing of roads, geodesy and land management, e-mail: [shketkol@gmail.com](mailto:shketkol@gmail.com), tel. +380963305184, Ukraine, 01010, Kyiv, st. Suvorova, 1.

#### АВТОРЫ:

Хомяк Анна Ярославна, Национальный транспортный университет, к.т.н., доцент кафедры проектирования дорог, геодезии и землеустройства, Украина, 01010, Киев, ул. Суворова, 1.

Шкит Николай Анатольевич, Национальный транспортный университет, аспирант кафедры проектирования дорог, геодезии и землеустройства, e-mail: [shketkol@gmail.com](mailto:shketkol@gmail.com), тел. +380963305184, Украина, 01010, Киев, ул. Суворова, 1.

#### РЕЦЕНЗЕНТИ:

Пославський Олександр Анатолійович, ГПП ТОВ «Проектно-будівельне підприємство КБК», Житомир, Україна.

Дзюба Петро Петрович, кандидат технічних наук, доцент кафедри проектування доріг, геодезії та землеустрою, Національний транспортний університет, Київ, Україна

#### REVIEWER:

Poslavskyy Oleksandr Anatoliyovych, Chief Engineer Company TOV "Design and construction company KBK", Zhytomyr, Ukraine.

Dzyuba Petro Petrovych, Ph.D in Technical Science, Associate Professor of the Department of designing of roads, geodesy and land management, National Transport University, Kyiv, Ukraine.