

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТРАНСПОРТНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АВТОМОБІЛЬНО-ДОРОЖНІЙ УНІВЕРСИТЕТ  
МІЖНАРОДНИЙ ТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «МИКОЛАЇВСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»  
ОДЕСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
МИКОЛАЇВСЬКИЙ ІНСТИТУТ ПРОФЕСІЙНОГО РОЗВИТКУ І ОСВІТИ

**ЗБІРНИК НАУКОВИХ ПРАЦЬ**

**НОВІТНІ ШЛЯХИ СТВОРЕННЯ,  
ЕКСПЛУАТАЦІЇ, РЕМОНТУ І СЕРВІСУ  
АВТОМОБІЛІВ**

**25 – 28 червня 2016 року**

**МИКОЛАЇВ – КОБЛЕВО**

**Новітні шляхи створення, експлуатації, ремонту і сервісу автомобілів. – Миколаїв: ФОП Швець В.Д., 2016. – 124 с.**

У збірник ввійшли матеріали, представлені та обговорені 25-28 червня 2016 року під час проведення Всеукраїнської науково-практичної конференції «**НОВІТНІ ШЛЯХИ СТВОРЕННЯ, ЕКСПЛУАТАЦІЇ, РЕМОНТУ І СЕРВІСУ АВТОМОБІЛІВ**» у с. Коблево Миколаївської області.

Матеріали збірника можуть бути корисними для науковців і фахівців сфери автомобільного транспорту та транспортної інфраструктури, професорсько-викладацького складу, аспірантів і студентів вищих навчальних закладів.

**Редакційна колегія випуску:**

Вільський Г.Б., PhD; Богомолов В.О., д.т.н., професор;  
Сахно В.П., д.т.н., професор; Гутаревич Ю.Ф., д.т.н., професор;  
Максимов В.Г., к.т.н., професор; Михалишин Б.Є., к.т.н.

Матеріали публікуються за оригіналами, наданими авторами.  
Претензії до організаторів не приймаються.

**МИКОЛАЇВ – КОБЛЕВО  
2016**

### ЗМІСТ

1.	<i>Буркун В.В., Максимчук М.М.</i> ВДОСКОНАЛЕННЯ АВТОПАСАЖИРСЬКИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ	5
2.	<i>Буцаков Б.І., Марченко Д.Д., Артюх В.А., Зубехина-Хайят А.В.</i> ІНОВАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ ПОВЕРХНЕВОГО ПЛАСТИЧНОГО ДЕФОРМУВАННЯ ДЕТАЛЕЙ АВТОМОБІЛІВ	9
3.	<i>Вільський Г.Б., Захарченко В.В.</i> ПОТЕНЦІАЛ ТЕХНОЛОГІЧНИХ АКТИВІВ АВТОГОСПОДАРСТВ	12
4.	<i>Вільський Г.Б., Гільмутдінов Ш.А.</i> ВИРОБНИЧО-ЛОГІСТИЧНЕ ПЛАНУВАННЯ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ АВТОМОБІЛЬНОГО ТРАНСПОРТУ	16
5.	<i>Войцехівська Т.І., Мельник В.М., Зубрицький В.В., Сумер А.Р.</i> ВИБІР ОПТИМАЛЬНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ПРИСТРОЮ ДЛЯ ОТРИМАННЯ ГОМОГЕННИХ ПАЛИВНИХ СУМІШЕЙ	19
6.	<i>Говорути А.Г., Корняк А.О., Філопенко О.Д.</i> ВПЛИВ ДОБАВКИ ВОДНЕВМІСНОГО ГАЗУ НА ПОКАЗНИКИ ДИЗЕЛЯ В НАВАНТАЖУВАЛЬНОМУ РЕЖИМІ	23
7.	<i>Гребеник О.М., Почечуи О.О.</i> КОНСТРУКЦІЇ КОЛІСНИХ СИСТЕМ ДЛЯ СПЕЦІАЛІЗОВАНОЇ АВТОМОБІЛЬНОЇ ТЕХНІКИ	25
8.	<i>Гребеник О.М., Паляк Б.М.</i> ОБГРУНТУВАННЯ КОНСТРУКТИВНОГО СКЛАДУ СПЕЦІАЛЬНИХ КОЛІСНИХ ШАСІ З ГІБРИДНОЮ ЕЛЕКТРОМЕХАНІЧНОЮ ТРАНСМІСІЄЮ	28
9.	<i>Гурей Т.А.</i> ПІДВИЩЕННЯ ЗНОСОСТІЙКОСТІ ЧАВУННИХ ДЕТАЛЕЙ ПОВЕРХНІВНИМ ЗМІЦНЕННЯМ	30
10.	<i>Гутаревич Ю.Ф., Карев С.В., Шуба Є.В.</i> ПОЛІПШЕННЯ ПАЛИВНОЇ ЕКОНОМІЧНОСТІ СУЧАСНОГО БЕНЗИНОВОГО ДВИГУНА В РЕЖИМІ ХОЛОСТОГО ХОДУ	35
11.	<i>Дев'янюк Я.М.</i> АНАЛІЗ ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ВИТРАТ ЛЕГКОВОГО АВТОМОБІЛЯ, ПЕРЕОБЛАДНАНОГО НА МЕТАНОВЕ ПАЛИВО	40
12.	<i>Дикун Т.В., Плитус А.М.</i> ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ВИТРАТ ПРИ ВИКОРИСТАННІ СТАНДАРТНИХ ПАЛИВ І ГАЗУ	43
13.	<i>Клімов Е.С., Черненко С.М.</i> ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ РАДІУСА ТРАЕКТОРІЇ РУХУ ВІДБИТКА ШНИНІ КЕРОВАНОГО КОЛЕСА ПРИ ПОВОРОТІ НА МІСЦІ	48
14.	<i>Корняк А.О., Левкіаський О.О.</i> ВПЛИВ ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ФАКТОРІВ НА ПОКАЗНИКИ АВТОМОБІЛЯ ПРИ ВИКОРИСТАННІ БІОПАЛИВА	51
15.	<i>Кравець В.В., Бас К.М., Кравець Т.В., Зубарев М.С.</i> КОНТАКТНІ СИЛИ ТРЬОХКОЛІСНОГО ЕКІПАЖУ НА СПІРАЛЕ-ГВИНТОВИХ ТРАСАХ	54
16.	<i>Левченко О.В., Наглюк І.С., Осипенко Д.В.</i> СИСТЕМНИЙ ПІДХІД ДО ІАСТРОСУВАННЯ ВІДНОВЛЮЮЧИХ ДОБАВОК ДЛЯ ДВИГУНІВ ВНУТРІШНЬОГО ЗГОРЯННЯ	60
17.	<i>Лук'яненко О.Ю., Лук'яненко Ю.О.</i> АНАЛІЗ ТЕПЛОВОГО СТАНУ ДВИГУНА ПОЖЕЖНОГО АВТОМОБІЛЯ	67
18.	<i>Микшич В.Г., Ніцевич О.Д., Ткачов О.А., Вовк П.С.</i> АНАЛІЗ ТЕПЛО-НАПРУЖЕНОГО СТАНУ КОМПЗИТНИХ ПОРШНІВ ВАНТАЖНИХ АВТОМОБІЛІВ МЕТОДОМ КІНЦЕВИХ ЕЛЕМЕНТІВ	72
19.	<i>Микшич В.Г., Ніцевич О.Д., Ткачов О.А.</i> УПРАВЛІННЯ ТЕХНІЧНОЮ ЕКСПЛУАТАЦІЄЮ АВТОМОБІЛІВ НА ОСНОВІ РОЗПІЗНАВАННЯ ОБРАЗІВ ВИХІДНИХ ХАРАКТЕРИСТИК	74
20.	<i>Місько С.М.</i> ІДЕНТИФІКАЦІЯ ПАРАМЕТРА ДЕМПФУВАННЯ ПНЕВМО-ПІДВІСКІ МІСЬКОГО АВТОБУСА	76
21.	<i>Михайлишин Б.С.</i> ОПТИМІЗАЦІЯ МЕРЕЖІ МІСЬКИХ МАРШРУТІВ	81

22.	<i>Новошицький В.А., Новошицький А.В.</i> ТЕХНОЛОГІЯ ВИГОТОВЛЕННЯ ПРОФІЛЬНИХ ЕЛЕМЕНТІВ КУЗОВІВ АВТОМОБІЛЕЙ ГНУТТЯМ З ПОЗДОВЖНИМ РОЗСТЯГОМ	83
23.	<i>Пилипенко О.М., Шльончак І.А.</i> РОЗРОБКА СИСТЕМИ ЖИВЛЕННЯ ПЕРСПЕКТИВНОГО ДИЗЕЛЯ ДЛЯ РОБОТИ НА БІОГАЗІ	88
24.	<i>Підгорний М.В., Лук'яненко О.Ю.</i> СИСТЕМНЕ ПРОЕКТУВАННЯ ЛОГІСТИЧНИХ ЛАНЦЮГІВ	93
25.	<i>Рижова В.Ю.</i> СТРУКТУРА ВИРОБНИЧИХ ПРОЦЕСІВ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ	97
26.	<i>Рубан Д.П., Рубан Г.Я., Підгорний М.В.</i> ЗАСТОСУВАННЯ ЕЛЕКТРОННИХ СИСТЕМ ОБСТЕЖЕННЯ ПАСАЖИРОПОТОКІВ НА МІСЬКИХ АВТОБУСНИХ МАРШРУТАХ	98
27.	<i>Сахно В.П., Поляков В.М., Тімков О.М., Босенко В.М.</i> ВИЗНАЧЕННЯ МОМЕНТУ ОПОРУ ПОВОРОТУ ЗАДНЬОЇ ОСІ НАПІВПРИЧЕПУ ГІБРИДНОГО АВТОПОЇЗДА	102
28.	<i>Сахно В.П., Тімков О.М., Луцк А.П.</i> ВИКОРИСТАННЯ ГІБРИДНОЇ СИЛОВОЇ УСТАНОВКИ ПОСЛІДОВНОГО ТИПУ НА МІСЬКИХ АВТОБУСАХ	108
29.	<i>Сидоренко І.І., Ткачов А.В., Ткачов О.А.</i> ВИЗНАЧЕННЯ ВІЛЬНИХ КОЛИВАНЬ МАСИ ПАСИВНОГО ДИНАМІЧНОГО ГАСНИКА З ДОДАТКОВОЮ МЕХАНІЧНОЮ СТРУКТУРОЮ	111
30.	<i>Таранець А.А., Янченко А.І., Бондаренко С.І.</i> ІННОВАЦІЙНІ ТРАНСПОРТНО-ІНФРАСТРУКТУРНІ ТЕХНОЛОГІЇ SKY WAY	117
31.	<i>Черини А.А., Панчук Д.С.</i> ВИЗНАЧЕННЯ ОПТИМАЛЬНИХ УСТАНОВЧИХ ПАРАМЕТРІВ КЕРОВАНИХ КОЛІС АВТОМОБІЛЯ	120

технічних заходів, які, залежно від призначення і характеру, можна визначити наступними стратегіями [1]:

- попереднє обслуговування – заходи, спрямовані на підтримку агрегатів, механізмів і вузлів у працездатному стані протягом найдовшого періоду експлуатації та засновані на обстеженні технічного стану або на попередньо розроблених графіках обслуговування;

- відновлювальне обслуговування – заходи, спрямовані на відновлення втраченої працездатності агрегатів, механізмів і вузлів та які можуть здійснюватися негайно або мати відкладений характер.

У виробничих процесах ТО і ремонту визначаються об'єкти впливу (транспортний засіб у цілому, його окремі системи, агрегати, вузли й деталі з урахуванням особливостей і специфіки їх експлуатації), місця виконання впливів, їх зміст, послідовність і результат, трудомісткість, вимоги щодо устаткування, оснащення й інструменту, кваліфікації персоналу й умов праці, обмеження щодо тривалості технічного обслуговування й ремонту та інші фактори, які є основою для їхньої класифікації.

Виробничі процеси пропонується класифікувати за наступними основними ознаками: охопленням, метою, глибиною, участю у виробничій системі, складом матеріалів та типом прикладення впливів. Технологічні процеси, які можна назвати частковими виробничими процесами, доцільно розділити за: ступенем прив'язки до базового рухомого складу, місцем здійснення впливу, рівнем безпеки, ритмом, ступенем впровадження, ступенем механізації й автоматизації, видами оброблюваних матеріалів (метал, пластмаса тощо), умовами впливу на предмет праці (високо- та низькотемпературні тощо), рівнем екологічної безпеки при впливі на різні середовища.

Видокремлення класифікаційних ознак виробничих процесів, уточнення сутності деяких з них, а також доповнення існуючих ознак новими показує прикладну цінність розробленої класифікації виробничих процесів підприємств з технічного обслуговування та ремонту дорожньо-транспортних засобів. Її застосування сприятиме удосконаленню нормативного та інформаційного забезпечення функціонування підприємств даної галузі та полегшить оптимізацію розподілу та оцінки робіт на реальних участках, покращенню умов праці персоналу. Запропонована класифікація може стати підґрунтям для подальшого виявлення взаємозв'язків між виробничими процесами.

#### Список використаних джерел

1. Spuzic S. Classification of manufacturing processes. Режим доступу: <http://www.slideshare.net/spuzic/classifications-of-manufacturing-processes>

Рубан Д.П.<sup>1</sup>, доцент, канд. техн. наук,

Рубан Г.Я.<sup>2</sup>, викладач-методист,

Підгорний М.В.<sup>1</sup>, доцент, канд. техн. наук,

<sup>1</sup> Черкаський державний технологічний університет,

<sup>2</sup> Черкаський державний бізнес-коледж

### ЗАСТОСУВАННЯ ЕЛЕКТРОННИХ СИСТЕМ ОБСТЕЖЕННЯ ПАСАЖИРОПОТОКІВ НА МІСЬКИХ АВТОБУСНИХ МАРШРУТАХ

На сьогодні є актуальним питання оптимізації міських автобусних перевезень. При цьому оптимізація проводиться на основі статистичних даних відстеження пасажиропотоків. Від достовірності отримання статистичних даних напряму залежить результат усієї роботи.

Провівши аналіз статистичних даних за 1940-2015 рр. (рис. 1) [1, 2] видно, що пасажироборот перевезення автобусами із 1940 року по 1990 рік (за часи СРСР) постійно зростає.

Кількість,  
млрд.  
пас.км

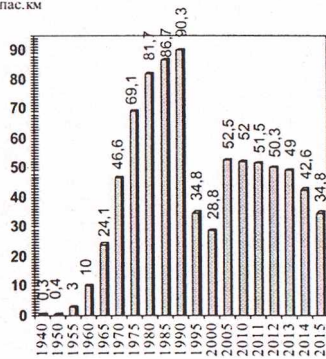


Рисунок 1 - Динаміка зміни пасажирообороту автобусами в Україні в 1940 - 2015 рр

Однак в 1995 році, як свідчить статистика, відбувся різкий спад в порівнянні із 1990 роком у 3.1 рази. Далі відбулось невеличке зростання пасажирообороту в 2005 році, потім поступове зменшення. Це можна було б пояснити, наприклад, зменшенням рухливості населення і сказати, що в 2013 - 2014 роках пасажирооборот відповідав пасажирообороту 70-х років минулого сторіччя. Однак, на сьогодні очевидно, що пасажирооборот не може бути меншим, ніж у 1990 році. Тому можна стверджувати, що за часів СРСР статистичні дані обстеження пасажиропотоків були достовірними, чого не можна сказати про теперішній час. Для обстеження пасажиропотоків існує декілька методів [3], які відповідно класифікують:

1. За тривалістю охопленого періоду: систематичні, разові.
2. За шириною охоплення: суцільні в середньому 1 раз на 3 роки; вибіркові (за окремими районами руху) 1 раз на квартал.
3. За видом:
  - а) анкетний метод (методом заповнення заздалегідь розроблених спеціальних анкет опитування);
  - б) звітно-статистичний метод;
  - в) талонний метод (методом видачі обліковцям спеціально заготовлених талонів різних кольорів);
  - г) табличний метод (проводиться обліковцями в середині салону автобуса біля кожних дверей методом заповнення наперед заготовлених таблиць);
  - д) візуальний або окомірний метод (методом збору даних на маршрутах із значним пасажиропотоком, проводиться візуально за бальною системою від 1 до 5 балів). Ним можуть користуватися водії або кондуктори;
  - е) силуетний метод - різновид візуального (за п'ятибальною системою, методом набору силуетів за типами автобусів);
  - є) метод опитування - опитуванням обліковцем пасажирів в салоні автобуса, цей метод дозволяє визначити дані про кореспонденцію пасажирів.
4. Методи автоматизованого обстеження:
  - а) безконтактний метод ґрунтується на використанні фотоелементів;
  - б) контактний метод заснований на обліку пасажирів, що входять і виходять, за їх дією на контактні східники, пов'язані з дешифраторами.

Дані по кількості перевезених пасажирів в нашій країні отримують на основі звітно-статистичного методу. Цей метод ґрунтується на квитково-облікових листах і кількості проданих квитків. Однак пільгові категорії населення при цьому не враховуються, не виключені випадки безквиткового проїзду, тощо. Методи автоматичного обстеження пасажиропотоків позбавлені від таких недоліків. Тому автоматизовані безконтактні та контактні методи дозволяють значно підвищити достовірність статистичних даних.

На сьогодні відкриті широкі можливості використання сучасних електронних систем. В роботах [4, 5] досить детально описані існуючі автоматизовані методи обстеження пасажиропотоків. До них відносять системи із застосуванням:

- контактних датчиків типу сходинок, принцип яких заснований на замиканні контактів пластилини, під гумовим настилом першої сходинок автобуса. Похибка такого обліку пасажиропотоку складає близько 7 %. Недоліком цього методу є необхідна умова – вхід тільки через одні двері, а вихід через інші;
- датчиків-вимірювачів маси, котрі спрацьовують, коли пасажир знаходиться на сидінні. Недоліком такої системи є велика похибка (до 30 %) та витримка умови – перевезення тільки сидячих пасажирів;
- валідаторів, які зчитують інформацію контактним методом із магнітних карт, що дозволяє знімати оплату за проїзд та вести облік пасажирів, які заходять до автобуса. Однак пасажирів, що виходять, не контролюються. Хоча при наявності тарифних зон можливий і облік пасажирів, що виходять. Такий облік може ефективно працювати при наявності у всіх пасажирів таких карт та відповідно обладнаних зчитувальними пристроями автобусів. Але виконання одночасно цих умов практично неможливе;
- безконтактних інфрачервоних датчиків, робота яких заснована на наявності сигналу переривання, або відображення різного виду променів, при проходженні пасажирів у тому чи іншому напрямку. Інфрачервоні датчики бувають: променеві, пасивні, активні двопроменеві (похибка до 5 %), активні багатопроменеві, 3D- датчики (похибка 3 – 5 %).

Одним із кращих варіантів обстеження пасажиропотоків є застосування 3D-датчиків, робота яких заснована на технології активного інфрачервоного випромінювання в тривимірному форматі (тепловізор). Такі системи обліку досить ефективно застосовуються при обстеженні пасажиропотоків у м. Кременчук [5].

Також фахівці ВАТ "НИИАТ" [6] здійснюють обстеження пасажирських потоків на наземному пасажирському транспорті загального користування напівавтоматизованим і автоматизованим (з урахуванням датчиків обліку пасажирів) способом залежно від типу транспортного засобу. Похибка отриманих результатів не перевищує 5 %. На основі результатів обстеження учені інституту розробляють проєкт оптимізації маршрутної мережі і дають обґрунтування тарифів на перевезення пасажирів і об'ємів перевезень для договорів страхування відповідальності перевізника.

Як видно всі електронні системи обстеження мають те чи інше значення похибки. Похибки оцінки кількості пасажирів мають велике значення для визначення ступеня наповнення автобусів. Для отримання повної інформації про наявні похибки автоматизованих методів обстеження пасажиропотоків необхідно враховувати наступні критерії оцінки автоматизованого підрахунку пасажирів:

- загальна сумарна похибка кількості пасажирів;
- похибка кількості пасажирів, що увійшли;
- похибка кількості пасажирів, що вийшли;
- дисбаланс кількості вхідних і вихідних пасажирів.

За результатами автоматизованого обстеження пасажиропотоків кількість пасажирів  $P$  визначається за формулою

$$P = \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m P_{ij} + \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m P_{ij}}{2} \quad (1)$$



де  $P_{вх}$  – кількість пасажирів, що увійшли на всіх зупинках із урахуванням всіх дверей;  
 $P_{вих}$  – кількість пасажирів, що вийшли на всіх зупинках із урахуванням всіх дверей;  
 $S$  – кількість зупинок;  
 $D$  – кількість дверей автобуса.

Загальна сумарна похибка кількості пасажирів  $\Delta_{рх}$  визначається за формулою

$$\Delta_{рх} = \frac{\sum_{s=1}^S \sum_{d=1}^D P^A - \sum_{s=1}^S \sum_{d=1}^D P^P}{\sum_{s=1}^S \sum_{d=1}^D P_{вих}^P} \quad (2)$$

де  $P^A$  – загальна кількість пасажирів при автоматизованому підрахунку;

$P^P$  – загальна кількість пасажирів при ручному підрахунку.

Похибка кількості пасажирів, що вийшли  $\Delta_{р_{вих}}$  визначається за формулою

$$\Delta_{р_{вих}} = \frac{\sum_{s=1}^S \sum_{d=1}^D P_{вих}^A - \sum_{s=1}^S \sum_{d=1}^D P_{вих}^P}{\sum_{s=1}^S \sum_{d=1}^D P_{вих}^P} \quad (3)$$

де  $P_{вих}^A$  – кількість пасажирів, що вийшли при автоматизованому підрахунку;

$P_{вих}^P$  – кількість пасажирів, що вийшли при ручному підрахунку.

Похибка кількості пасажирів, що увійшли  $\Delta_{р_{вх}}$  визначається за формулою

$$\Delta_{р_{вх}} = \frac{\sum_{s=1}^S \sum_{d=1}^D P_{вх}^A - \sum_{s=1}^S \sum_{d=1}^D P_{вх}^P}{\sum_{s=1}^S \sum_{d=1}^D P_{вх}^P} \quad (4)$$

Дисбаланс кількості вхідних і вихідних пасажирів  $DIS_{р_{вх, вих}}$  визначається за формулою

$$DIS_{р_{вх, вих}} = \frac{\sum_{s=1}^S \left| \sum_{d=1}^D (P_{вх}^A - P_{вх}^P) \right|}{\sum_{s=1}^S \sum_{d=1}^D (P_{вх}^P + P_{вих}^P)} + \frac{\sum_{s=1}^S \left| \sum_{d=1}^D (P_{вих}^A - P_{вих}^P) \right|}{\sum_{s=1}^S \sum_{d=1}^D (P_{вх}^P + P_{вих}^P)} \quad (5)$$

де  $P_{вх}^A$  – кількість пасажирів, що увійшли при автоматизованому підрахунку;

$P_{вх}^P$  – кількість пасажирів, що увійшли при ручному підрахунку.

Таким чином визначення похибок та дисбалансу дозволить підвищити достовірність обстеження пасажиропотоків.

### Висновки

В результаті проведеної роботи встановлено наступне:

- застосування електронних автоматизованих систем обстеження пасажиропотоків на міських автобусних маршрутах дозволяє підвищити достовірність результатів та зменшити затрати часу у порівнянні із ручними методами;

- електронні автоматизовані системи обліку завжди мають похибку, приблизне значення якої вказується виробниками, однак для конкретизації похибок необхідно проводити їх розрахунок;
- для визначення похибок паралельно із автоматизованим потрібно виконувати ручне обстеження пасажирських потоків табличним методом, виконавши повний добовий цикл роботи на максимально завантаженому маршруті.

#### Література

1. Статистичний щорічник України за 2014 рік: [ред. І.М. Жук]. – К.: Державна служба статистики України, 2015. – 586 с.
2. Статистичний бюлетень за 2015 рік: [Відповід. за випуск О.А. Вишневська]. – К.: Державна служба статистики України, 2016. – 101 с.
3. Линенков А.В. О проведении обследований городских автобусных маршрутов с целью их последующего моделирования. /А.В. Елисеев, А.В. Линенков, О.А. Маслова // «Автотранспортное предприятие», 2012. - №1. -С. 42-44.
4. Лебедева О.А. Совершенствование методов мониторинга пассажиропотоков на маршрутах городского пассажирского транспорта общего пользования: дис. ... канд. техн. наук: 05.22.10 / О.А. Лебедева; Иркутский государственный технический ун - т. – Иркутск, 2014. – 171 с.
5. Бойко Ю.О. Впровадження систем відеоспостереження для обліку пасажирів на міських маршрутах / Ю.О. Бойко // Вісник НТУ «ХПІ»: наук. - виробн. зб. / НТУ «ХПІ». – Харків, 2015. – № 22(1131). – С. 46 – 49.
6. Проведение обследований пассажирских потоков на основе средств автоматизации [Електронний ресурс]. - Режим доступу: <http://niiat.ru/service/%D0%BEobsledovanie-passazhirpotokov/>

Сахно В.П., проф., д.т.н.,  
 Поляков В.М., проф., к.т.н.,  
 Тімков О.М., доцент, к.т.н.,  
 Босенко В.М., асистент,

*Національний транспортний університет, Київ*

### ВИЗНАЧЕННЯ МОМЕНТУ ОПОРУ ПОВОРОТУ ЗАДНЬОЇ ОСІ НАПІВПРИЧЕПА ГІБРИДНОГО АВТОПОЇЗДА

Серед вимог, що пред'являються до керування коліс ланок автопоїзда, в значній мірі виділяються вимоги їх стабілізації. При незадовільній стабілізації колеса відхиляються від прямолінійного руху під впливом нерівностей опорної поверхні. Схильність задніх керування коліс напівпричепи до коливань небезпечна з погляду безпеки руху. Крім того, ці коливання викликають підвищені знос шин та витрату палива. До нестійкості прямолінійного руху призводять:

а) знакоперемінна бокова сила, що виникає на задній керуванні осі напівпричепи в початковий момент входу в поворот і викликає появу поперечних коливань коліс цієї осі;

б) зростання бокової реакції на колесах задньої керуваної осі при виході з повороту, що може спричинити початок заносу.

Проблема нестійкості прямолінійного руху автопоїздів вирішується спеціальними конструктивними заходами.

У технічній літературі пропонується вирішення цієї проблеми шляхом підбору співвідношення мас ланок і відстані від центру мас до осі повороту. Проте, причини виникнення коливань при цьому не усуваються: змінюється тільки їхня власна частота, що істотно обмежує можливості цього заходу.

Засоби підвищення стійкості руху автомобілів і автопоїздів із задніми керованими колесами напівпричепа шляхом введення їх блокування або затримки повороту по відношенню до передніх коліс частково позбавляють їх високих показників повороткості і викликають додаткове зношення шин. Це істотно обмежує їх використання або робить зовсім непридатними для автопоїздів в процесі експлуатації. Однак, ідеологія боротьби з нестійкістю, що заснована на принципі забезпечення пасивної ролі задніх керованих коліс у формуванні поворотального моменту може бути застосована і при пошуку конструктивних рішень, направлених на підвищення стійкості руху автопоїздів з задньою керованою віссю напівпричепа. Для цього треба, щоб поворот задніх коліс не починався до тих пір, доки не виникне бокова сила, що направлена до миттєвого центру повороту (так можна уникнути зміни знаку бокової сили); а подальший поворот передніх і задніх коліс повинен зменшувати момент опору повороту у порівнянні з моментом при некерованих задніх колесах.

При певних співвідношеннях конструктивних параметрів напівпричепа можна добитися того, що в контактні керованих коліс задньої осі з опорною поверхнею величини результуючих бічних сил та стабілізуючих моментів будуть наближатися до нуля, а вагові стабілізуючі моменти та моменти поздовжніх реакцій будуть перешкоджати зростанню їх випадкових поворотів від напрямку прямолінійного руху.

Метою роботи є вибір таких конструктивних параметрів задньої керованої осі напівпричепа, зокрема кутів нахилу осі шворня, за яких забезпечується задовільна стійкість руху автопоїзда.

Основним навантаженням, що діє в рульовому керуванні, є момент опору повороту керованих коліс напівпричепа, який під час руху формується кутовою швидкістю повороту колеса відносно осі шворня, кутами відведення коліс цієї осі, рівнодіючою реакцією опорної поверхні відносно осі шворня, гіроскопічними та інерційними моментами, моментами тертя в шворневих вузлах. Аналіз усіх складових моменту опору повороту керованих коліс і стійкість їх проти коливань наведені в роботі [1]. З огляду на суперечливість ряду вимог, що пред'являються до керованого колісного модуля, і їхня залежність здебільшого від одних і тих самих конструктивних параметрів призводять до того, що поліпшуючи одні з них, можна явно погіршити інші. Так, зменшення кута поздовжнього нахилу осі шворня до певних меж, які обумовлені конструктивними параметрами моста, підвищує довговічність шин керованих коліс, але негативно впливає на стійкість руху автопоїзда.

Для задовільної стабілізації і стійкості керованих коліс момент опору повороту повинний бути максимальним, а для забезпечення необхідної маневреності - мінімальним. У момент опору повороту входять декілька складових. Завдання полягає в дослідженні впливу поперечної і поздовжньої нахилів осі шворня на кожне з них із наступною оцінкою їхнього внеску у величину цього моменту.

У даній роботі поставлена задача мінімізувати значення моменту опору повороту коліс керованої осі напівпричепа за рахунок добору кутів нахилу осі шворня у поздовжній та поперечній площинах, забезпечивши при цьому як оптимальне значення вагового стабілізуючого моменту, так і моменту рівнодіючої бокових реакцій.

Момент опору повороту керованих коліс напівпричепа при русі автопоїзда (з достатньою для практичних розрахунків точністю) можна представити у вигляді многочлена [1], а саме

$$\sum M_k(\theta) = \sum M_{\omega}(\theta) + M_{ш}(\theta) + \sum M_{R_2}(\theta) + M_{R_1}(\theta) + \sum M_{R_3}(\theta) + M_{T_{ш}}(\theta), \quad (1)$$

де  $\sum M_k(\theta)$  - момент опору повороту керованих коліс задньої осі напівпричепа відносно осі шворня;  $\sum M_{\omega}(\theta)$ ,  $M_{ш}(\theta)$ ,  $\sum M_{R_2}(\theta)$ ,  $M_{R_1}(\theta)$ ,  $\sum M_{R_3}(\theta)$ ,  $M_{T_{ш}}(\theta)$  - складові момента опору повороту, які обумовлені відповідно кутовою швидкістю повороту пачфи; стабілізуючим моментом шини, що виникає в результаті кочення керованих коліс з відведенням; ваговим стабілізуючим моментом; моментами, що викликані рівнодіючими бокових і поздовжніх реакцій опорної поверхні на колеса самовстановлювальної осі напівпричепа; а також тертям у шворневому вузлі.