

УДК 629.113.004

Т.В.Макарова, О.Г.Воловненко, С.М.Долгополов

Донецька академія автомобільного транспорту

## ДО ПИТАННЯ ОЦІНКИ ВПЛИВУ ТРАНСПОРТНОГО ПОТОКУ НА СУСПІЛЬНО-ЕКОЛОГІЧНІ ПОКАЗНИКИ МІСЦЕВОСТІ, ЩО ПРИЛЯГАЄ ДО ДОРОГИ

*В роботі проведено дослідження територіальної автомобільної дороги Донецького регіону на якій спостерігається підвищення інтенсивності руху транспортних потоків, що істотно відображається на прилеглий місцевості. Наведена оцінка деяких негативних впливів на суспільство й навколишнє середовище*

Ключові слова: *транспортний потік, дорога, інтенсивність руху, шкідливі викиди, дорожньо-транспортна пригода, вартісна оцінка*

### Постановка проблеми

Завдяки роботі промислових підприємств Донецького регіону транспортними потоками забезпечується найважливіша функція доставки вантажів у необхідних обсягах в заданий час. Не менш значущими є перевезення пасажирів. Успішне функціонування транспортної сфери забезпечує динамічний розвитку суспільства, промисловості та сільського господарства.

Вплив розвитку транспортних систем на суспільство має масу позитивних, а також й негативних наслідків, що пов'язані з споживанням ресурсів (енергетичних, матеріальних, земельних, трудових), хімічного, фізичного впливу на атмосферу, літосферу й гідросферу, які приводять до негативного впливу на навколишнє середовище й зниження рівня здоров'я людей, а також збільшення кількості ДТП. Тому, актуальною є задача вивчення й оцінки у вартісному вигляді негативного впливу з метою його зниження.

### Аналіз останніх досліджень

Багато робіт присвячено опису й розрахунку впливів транспортних потоків (ТП) на суспільство й навколишнє середовище як на міських магістралях так і на дорогах. У роботі [1] зазначено, що спостерігається зростання кількості дорожньо-транспортних пригод на автомагістралях I та II категорій. Найпоширенішими у дорожній мережі є автомагістралі, що мають по дві смуги руху у кожному напрямку й під час розгляду ДТП на цих дорогах необхідно відокремити такий вид ДТП, як зіткнення, що складає значну частку в загальній кількості ДТП. Причиною виникнення ДТП вважається збільшення інтенсивності руху на автомагістралях, що виражається у вигляді її різної зміни за смугами одного напрямку, яка впливає на умови руху з точки зору безпечного виконання маневрів зміни смуги руху на обгоні [2].

Мета статті: практична оцінка збитку для суспільства та прилеглої території, що спричиняють автомобільні транспортні потоки.

### Основний розділ

Для аналізу транспортних потоків та їх соціально-екологічного впливу, з добре розвинутої мережі автомобільних доріг Донецького регіону, вибрана місцева дорога другої категорії Донецьк-Харцизьк-Амвросіївка-КПП «Успенка» (Т-05-07). Позначеною дорогою виконуються вантажні та пасажирські перевезення. Вона є сприятною для дослідження з точок зору значущості інтенсивності руху автомобілів й наявності ряду важливих вихідних даних про неї.

Дорога, що досліджується, проходить через п'ять населених пунктів (рис. 1), в наслідок чого, погіршуються екологічні умови – підвищується загазованість і рівень шуму, а також збільшується кількість та тяжкість ДТП.

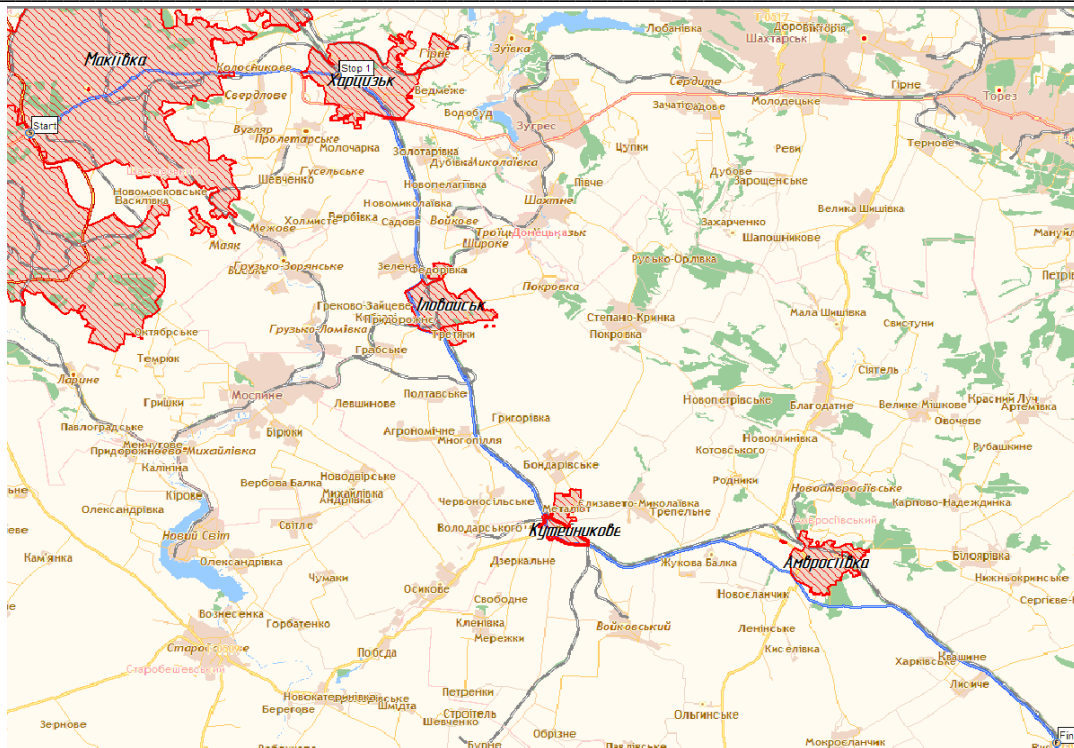


Рис.1. Фрагмент карти з дорогою Донецьк-Харцизьк-Амвросіївка-КПП «Успенка»

Дорога проходить через велике місто Макіївка (біля 12,3 км), об'їзна дорога навколо якого, на теперішній час, має незадовільний технічний стан; далі вона прямує через м. Харцизьк (приблизно 6 км); по окраїнам міста Іловайська (приблизно 4,8 км) й селище міського типу Кутейникове – 3,2 км, а також місто Амвросіївка – 0,5 км. Загальна довжина дороги складає біля 83 км, з яких приблизно 26,8 км проходить через населені пункти, що складає 32% від загальної протяжності дороги, інша частина проходить через степ. Інтенсивність руху на дорозі Т-05-07 не є рівномірною. На протяжності дороги максимальна кількість АТЗ рухається між Донецьком і Харцизьком: увечері з 16 до 19 години у прямому напрямку, а зранку з 7 до 9 години – у зворотньому. Влітку суттєво збільшується ТП з боку Росії.

В зону тяжіння ділянки дороги Т-05-07 входять південні, північні та західні області України й деяка частка областей Російської Федерації. За аналізом даних, транспортний потік розподіляється на той, що здійснює міжнародні, міжобласні та місцеві перевезення, щорічний ріст обсягів яких може бути наступний: збільшення вантажних перевезень на 3,5%, автобусних на 1% й легкових на 2,5% - для міжнародних та міжобласних сполучень та збільшення місцевих перевезень – вантажних на 2,5 %, автобусних на 1,5% й легкових на 3,5%. Район тяжіння характеризується розвиненою мережею автомобільних доріг основними з яких є Слав'янськ-Донецьк-Маріуполь (Н-20); Велика Новоселівка-Амвросіївка (Т-05-09).

У загальному обсязі вантажних перевезень промислові товари складають - 43%, торгіві – 28%, будівельні – 14%, сільськогосподарські – 15%. Це свідчить про виконання соціальної функції вантажних автомобілів у транспортному потоці. На сьогоднішній час стають актуальними перевезення вантажів автопоїздами, що здійснюються на відстані до 4000-4500 км і є конкурентоспроможними із залізничними перевезеннями. Практика довела, що при досконалій конструкції причіпного складу й за умови вибору раціонального маршруту руху, експлуатація таких транспортних засобів є економічно доцільною. Автопоїзди будуть використовуватися в Євроазіатських автоперевезеннях, що можуть проходити через Донецьк [3]. З метою розвантаження дорог від транспорту й зменшення забруднення довкілля відпрацьованими газами доцільно буде використання довгомірних автопоїздів довжиною до 25 м і повною масою до 60 т. Це дозволяє різко підвищити ефективність автоперевезень, скоротити витрату палива на 20% і токсичність відпрацьованих газів на одиницю вантажу, що перевозиться до 30% [4]. Але, означені АТЗ створюють додаткові задачі при формуванні та переміщенні транспортних потоків.

За прогнозними даними, виконаними Інститутом економічного прогнозування НАН України, повинні відбутися структурні зрушення інтенсивності руху вантажних та легкових транспортних засобів. Для виявлених транспортних потоків на дорозі Т-05-07 інтенсивність руху за 2004 рік становила 3175 авт/добу. Для визначення існуючої інтенсивності руху ТП був використаний безпосередній облік руху транспортних засобів. На наступні роки інтенсивність руху змінювалася з урахуванням обсягів виробництва народного господарства та напрямків перевезення вантажів й пасажирів, а також технічного стану дорожньої мережі й тенденції підвищення пасажиромісткості автобусів і їх динамічних показників.

Слід відзначити, що за даними дорожньої служби Донецької області для дороги Т-05-07 інтенсивність на двадцятирічну перспективу буде підвищуватися та складати 5734 автомобілів на добу, з яких 1855 вантажних, 3771 легкових й 108 автобусів. Слід відзначити, що відсоток вантажних автомобілів у транспортному потоці буде збільшуватися з 32% до 53%, відсоток автобусів, також, збільшуватися з 1,88 % до 3,7 %, а легкових автомобілів, навпаки, зменшиться з 68% до 43%.

Внаслідок збільшення інтенсивності руху буде знижуватися пропускна спроможність дороги й швидкість руху транспортного потоку. При цьому погіршаться екологічні умови: підвищиться загазованість та рівень шуму, а також збільшиться кількість та тяжкість ДТП.

Для аналізу викидів в атмосферне повітря оксида вуглецю для дороги, що досліджується, вона розподілена на ділянки, в які входять потоки автомобілів, що рухаються по населених пунктах й поза них. Для оцінки забруднення дороги у цілому й окремих ділянок, виконано розрахунок концентрації окису вуглецю й порівняно отримані результати із гранично-припустимою концентрацією, що дорівнює 3 мг/м<sup>3</sup> [5].

Для визначення концентрації окису вуглецю використана формула:

$$\hat{E}_{\bar{N}} = (0,5 + 0,01 \cdot N \cdot \hat{E}_O) \cdot \hat{E}_A \cdot \hat{E}_O \cdot \hat{E}_A \cdot \hat{E}_I \cdot \hat{E}_N, \quad (1)$$

де 0,5 - фонове забруднення атмосферного повітря нетранспортного походження, мг/м; N - сумарна інтенсивність руху автомобілів, авт./год; K<sub>T</sub> - коефіцієнт токсичності автомобілів по викидах окису вуглецю в атмосферне повітря; K<sub>A</sub> - коефіцієнт, що враховує аерацію місцевості; K<sub>y</sub> - коефіцієнт, що враховує зміну забруднення атмосферного повітря окисом вуглецю залежно від величини поздовжнього ухилу; K<sub>C</sub> - коефіцієнт, що враховує зміну концентрації окису вуглецю залежно від швидкості вітру; K<sub>B</sub> - коефіцієнт, що враховує зміну концентрації окису вуглецю залежно від відносної вологості повітря; K<sub>П</sub> - коефіцієнт збільшення забруднення атмосферного повітря окисом вуглецю в перетинаннях з іншими дорогами.

Аналізуючи, отримані значення, можна зробити висновок про те, що концентрація викидів на ділянках дороги, які проходять через населені пункти, перевищує концентрацію викидів на степових ділянках в 1,5-3 рази. А перевищення гранично-припустимої концентрації протягом всієї магістралі становить 8-74 рази. Це, безумовно, негативно впливає на навколишнє середовище й людину. Для багатьох міст характерне перевищення концентрації окису вуглецю в десятки разів, із чим лікарі зв'язують високу смертність від інфаркту міокарда.

Важливим показником при аналізі соціально-екологічного впливу транспортного потоку на дорозі Т-05-07 є кількість ДТП. Дорогу місцевого значення Донецьк-Харцизьк-Амвросіївка-КПП «Успенка» за концентрацією ДТП можна розподілити на ділянки де відбувається більша кількість ДТП (ті, що проходять через м. Макіївку) й менша кількість ДТП – вся інша дорога. Завдяки тому, що траса Т-05-07 у межах м. Макіївки співпадає з національною дорогою Н-21 й до неї примикає ряд інших напрямків, на яких потоки можуть як розподілятися, так і зливатися, то її слід розглядати окремо й більш детально.

За інформацією ДАІ Донецької області за 2009 рік, напруженим у м. Макіївці вважається Донецьке шосе, по якому усі ТП з Донецька рухаються у напрямку Харцизька. Далі йде проспект 250-річчя Донбаса, де ТП, що йдуть через Макіївку на Харцизьк зливаються або розходяться на паралельну дорогу, південне напівкільце якої утворюють вулиці Магістральна, Автотранспортна й Городецька, відомості про ДТП за якими, наведені у табл. 1 й на рис. 2а. У зв'язку з цим, кількість ДТП на зазначеному проспекті стає меншою, у той час, як на проспекті Генерала Данилова усі потоки зливаються й кількість ДТП збільшується у два рази (табл. 1, рис. 2б).

Таблиця 1

Дані про ДТП на вулицях Макіївки, що містять частину АТЗ, які далі рухаються дорогою Т-05-07

Найменування вулиці, проспекта	Кількість ДТП	Кількість учасників, люд.	Кількість ТЗ	Потерпілі	
				травм о-вані	загиб-лі
Південний напрямок					
Магістральна	5	9	9	-	-
Автотранспортна	2	3	3	1	-
Городецька	6	14	13	1	-
Разом	13	26	25	2	-
Прямий напрямок					
Донецьке шосе	51	111	105	8	-
250-річчя Донбаса	26	59	50	7	-
Генерала Данилова	48	102	92	15	1
Разом	125	272	247	30	1

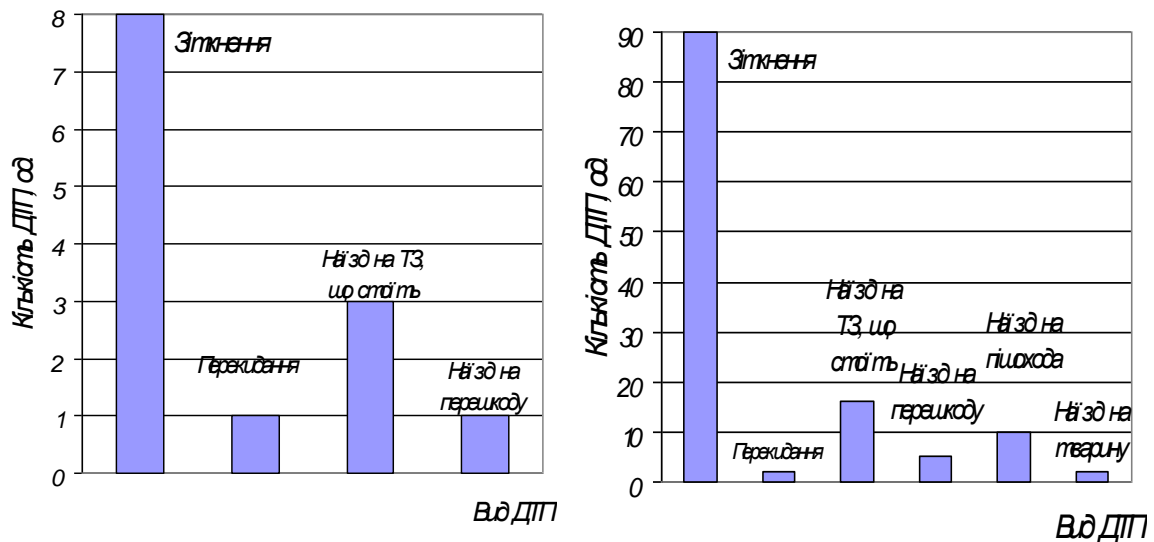


Рис. 2. Кількість ДТП за видами для вулиць: а) Магістральна, Автотранспортна й Городецька; б) Донецького шосе, 250-річчя Донбаса й Генерала Данилова

У роботі [6] спрогнозована кількість ДТП зі смертельними випадками на 100 тис. мешканців для міст Донецька й Маріуполя, що залежить від рівня автомобілізації (середній показник якої по Україні за 2008 рік склав 157 авт./1000 мешканців) й коефіцієнта пропорційності. Якщо за цими показниками проаналізувати м. Макіївку, населення якого складає приблизно 369,8 тис. мешканців й урахувати той факт, що Макіївка й Донецьк мають між собою нероздільні транспортні зв'язки, то кількість ДТП зі смертельними випадками на 100 тис. мешканців буде приблизно дорівнювати:

$$d = K \cdot \sqrt[3]{n} = 0,7 \cdot \sqrt[3]{157} \approx 4 \text{ і.}, \quad (2)$$

де  $K$  - коефіцієнт пропорційності;  $n$  - рівень автомобілізації – кількість легкових автомобілів на 1000 мешканців.

Отже, для Макіївки в цілому кількість ДТП зі смертельними випадками складає приблизно 15 осіб. На дорозі Т-05-07 у межах м. Макіївки за 2009 рік відбулося одне ДТП зі смертельним випадком, що складає 7% від загальної кількості ДТП по місту у цілому

Якщо розглядати дорогу Т-05-07 окрім міста Макіївки, то кількість ДТП на ділянці Харцизьк-Амвросіївка-КПП «Успенка» нижча у два рази (табл. 2 й рис. 3).

Таблиця 2

Дані про ДТП на ділянці дороги Харцизьк-Амвросіївка-КПП Успенка

Найменування дороги	Кількість ДТП	Кількість учасників, люд.	Кількість ТЗ	Потерпілі	
				загиблі	травмовані
Т-05-07	38	75	68	-	12

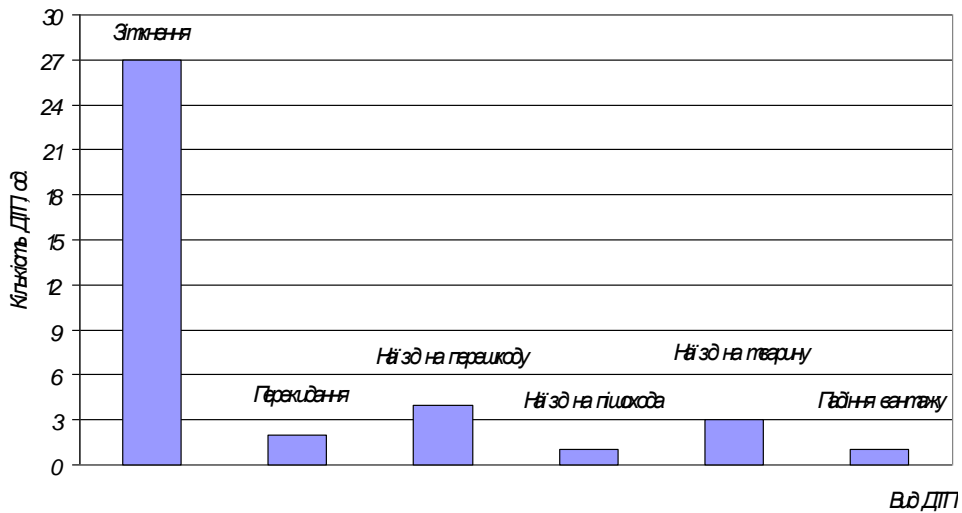


Рис. 3. Кількість ДТП за видами на ділянці дороги Харцизьк-Амвросіївка-КПП «Успенка»

Основним видом ДТП на дорозі, що досліджується є зіткнення. При грошовому виразі збитків, що обумовлені зазначеним ДТП необхідно враховувати вартість виконання ремонтних робіт на СТО. Наприклад, для пригоди з бічним переднім ударом слід виконати ремонтні роботи, що можуть містити відновлення технічного стану вузлів, деталей й агрегатів автомобіля, регулювальні й фарбувальні роботи. Загальна сума на виконання наведених робіт складає біля 22 тис. грн., але слід урахувати долю людей, що знаходяться у автомобілі під час ДТП [7]. Отже, для більш детальної оцінки збитку від одного ДТП використано наступну формулу [8]:

$$C_{A\alpha} = \sum_{i=1}^{\hat{e}} C_{i\alpha} + \sum_{j=1}^{\hat{e}_c} C_{j\alpha} + \sum_{n=1}^{\hat{e}_n} C_{n\alpha}, \quad \alpha \in \{1, 2\} \quad (3)$$

де  $C_{i\alpha}$  - матеріальні збитки, пов'язані з ТЗ, грн;  $C_{j\alpha}$  - матеріальні збитки від одного загиблого, грн;  $C_{n\alpha}$  - матеріальні збитки від одного потерпілого.;  $\hat{e}, \hat{e}_c, \hat{e}_n$  - кількість, відповідно, автомобілів, що потрапили в ДТП, загиблих та поранених.

Нижче розраховані збитки від ДТП у межах міста Макіївки та поза них:

$$C_{A\alpha_1} = 5434000 + 26520 = 5460520 \text{ грн};$$

$$C_{A\alpha_2} = 1496000 + 10608 = 1506608 \text{ грн}$$

Вартість матеріального збитку ( $C_{i\alpha}$ ), завданого власнику КТЗ, визначається такою, що дорівнює ринковій вартості КТЗ на момент пошкодження за наявності однієї з нижчезазначених умов:

- якщо, незважаючи на принципи внеску та найбільш ефективного використання, вартість відновлювального ремонту КТЗ не менша за його ринкову вартість;
- якщо сума вартості відновлювального ремонту з урахуванням значення коефіцієнта фізичного зносу КТЗ і втрати товарної вартості не менша за ринкову вартість КТЗ;
- якщо неможливо відновити КТЗ відповідно до технічних вимог виробника.

В інших випадках вартість матеріального збитку визначається як сума вартості відновлювального ремонту з урахуванням значення коефіцієнта фізичного зносу складників ТЗ та величини ВТВ. Отже,  $C_{i\alpha}$  прийнято приблизно у розмірі 22 тис. грн.

Матеріальні збитки від одного загиблого розраховуються в залежності від віку загиблого ( $16 \leq \hat{A} \leq 55$  - для жінок й  $16 \leq \hat{A} \leq 60$  - для чоловіків) від цього й залежить розмір валового внутрішнього продукту. Матеріальні збитки, визначені за нижче наведеною формулою, з урахуванням необхідних даних, дорівнюють нулю.

$$C_{\hat{z}} = (55 - \hat{A}) \cdot \hat{A}\hat{A}\hat{I} \quad (4)$$

де  $\hat{A}\hat{A}\hat{I}$  - валовий внутрішній продукт на одну особу, грн (у 2006 році цей показник було прийнято у розмірі 9017 грн)

Збитки від одного потерпілого розраховано за формулою:

$$C_{\hat{z}} = \hat{O} \cdot \hat{N} \quad (5)$$

де  $\hat{O}$  - дні непрацездатності, днів (по Україні цей показник приймається у розмірі приблизно 25 днів);  $\hat{N}$  - валовий внутрішній продукт на одну людину за один день, грн (на 2006 рік цей показник був прийнятий у розмірі 35,36 грн.).

Отже, матеріальні збитки від ДТП для дороги Т-05-07 у межах м. Макіївки (З<sub>ДТП1</sub>) за 2009 рік склали приблизно 5460520 грн., у той час як для ділянки дороги Т-05-07 від Харцизька до КПП «Успенка» (З<sub>ДТП2</sub>) - 1506608 грн.

#### Висновки

Досліджений транспортний потік на територіальній дорозі Донецького регіону, який сприяє логістиці виробництва й розподілу. На конкретному прикладі визначено обумовлені ТП викиди в атмосферне повітря оксиду вуглецю й надана вартісна оцінка збиткам від ДТП.

1. Бабанін І.В. Вплив основних характеристик транспортного потоку автомагістралі на безпеку руху / І.В. Бабанін, О.М. Дудніков // Вісті автомобільно-дорожнього інституту: науково-виробничий збірник АДІ ДонНТУ.-Горлівка, 2009. - №2(9).-С. 60-70.
2. Дудніков О.М. Математичний опис обмежень станів багаторядних щільних транспортних потоків / О.М. Дудніков // Вісті автомобільно-дорожнього інституту: науково-виробничий збірник АДІ ДонНТУ.-Горлівка, 2009. - №2(9).-С. 26-32.
3. Концева В.В. До питання вибору магістралей для аналізу транспортних потоків / В.В. Концева, Т.В. Макарова // Вісник ДААТ. - №4. - 2009.-С.8-12.
4. Глінчук В.М. Вибір та обґрунтування типу та складу причіпних ланок триланкових автопоїздів: дис. канд. техн. наук : 05.22.02 / Глінчук Валерій Миколайович.-К., 2010.-168 с.
5. Козлов Ю.С., Меньшова В.П., Святкин І.А. Экологическая безопасность автомобильного транспорта.-М.: Агар, Рандеву – Ам. 2000 - 176с.
6. Энглези И.П. О повышении надежности расчетных показателей организации и безопасности дорожного движения / И.П. Энглези, В.Г. Вербицкий, В.П. Ткаченко, Е.А. Рейцен // Вісник ДААТ-2010.-№1.-С. 42-48.
7. Зайцев В.Г. До питання про забезпечення курсової стійкості руху легкового автомобіля під час його експлуатації / В.Г. Зайцев, В.А. Макаров, А.В. Костенко, Т.В. Макарова, В.М.Дугельний // Вісник Донецького інституту автомобільного транспорту. №2, 2008.-С.40-47.
8. Галак І.І. Вплив загальних збитків від ДТП на забезпечення безпеки руху в проектах перевезень / І.І. Галак // Вісник НТУ: В 2-х частинах: Ч.2 – К.:НТУ.2007.-Випуск 15.-С.218-221.