

С.В. Мельничук, к.т.н., проф.  
О.І. Рафальський, аспір.  
С.П. Чуйко, аспір.

*Житомирський державний технологічний університет*

### ШЛЯХИ ПОКРАЩЕННЯ ЕКОЛОГІЧНОСТІ АВТОБУСІВ В УМОВАХ ЇХ ЕКСПЛУАТАЦІЇ НА ПАСАЖИРСЬКИХ МАРШРУТАХ МІСТ

*Система екологічної безпеки та безпеки дорожнього руху в середніх містах України вимагає суттєвих змін в зв'язку з невідповідністю кількості автобусних транспортних засобів та їх експлуатаційних параметрів величинам пасажиропотоків, та умовам експлуатації, що сформувалась в даний час.*

*Наведено результати досліджень проблеми вибору експлуатаційно-екологічних параметрів автобусів, що використовуються на автобусних маршрутах міст до 500 тис. мешканців. Було використано статистичні методи визначення інтенсивності транспортних потоків, пасажиропотоків та екології в перевезеннях. Для оцінки екологічності обрано зупинки та перешкоди руху з найбільшою інтенсивністю транспортних потоків, на яких була ймовірність накопичення забруднень викидами транспорту, що перевищують допустимі норми.*

*Аналіз забрудненості навколишнього середовища викидами маршрутних транспортних засобів виконаний для маршрутної мережі міста Житомир.*

*Результати екологічності отримані натурним експериментом порівняно з даними визначеними розрахунковими методами. Зроблено висновки, що вказують на серйозність проблеми та шляхи її вирішення.*

**Ключові слова:** екологічно-експлуатаційні параметри; екологічна безпека; оцінка екологічності; інтенсивність транспортних потоків; пасажиропотоки; екологічна ситуація; експлуатація; вибір автобуса; зупинка.

З метою вдосконалення організації міських пасажирських перевезень та раціонального застосування різних видів транспорту з точки зору експлуатаційних параметрів, а також вибору типу рухомого складу для умов використання в населених пунктах розроблено та використовується ряд методик [3, 4, 5]. В роботі [3], маючи дані про обсяги існуючих пасажирських перевезень по конкретному автобусному маршруту, потрібні параметри автобусів визначають залежно від частоти руху і кількості запланованих оборотних рейсів по маршруту. Аналіз методики в роботі [3] показав, що основний акцент в ній робиться на заданий обсяг перевезень і направленість перевезень на автобусних маршрутах. Після вибору автобусів по місткості визначають потрібну їх кількість на підставі даних пасажирообороту або обсягу перевезень і продуктивності одиниці рухомого складу.

У роботах [7, 8] розрахунок заснований на використанні зразкових нормативів відповідності інтенсивності пасажиропотоку на найбільш пасажиронапруженому перегоні маршруту і пасажиромісткості автобусів. Залежно від числа пасажирів, що проїжджають по найбільш пасажиронапруженому перегону маршруту за 1 год в одному напрямку, вибирають автобуси. В роботі [4] потреба в рухомому складі розраховують по всіх маршрутах транспортної мережі за критеріями рівності запитів на пасажирські перевезення їх забезпечення пасажирськими місцями в рухомому складі та отриманні заданих маршрутних інтервалів. Кількість рухомого складу в даній роботі визначається за фактичною місткістю і необхідним інтервалом руху транспортних засобів на даному маршруті.

Але експлуатаційно-екологічними проблемами використання автобусного парку майже ніхто не приділяє уваги. Однією з великих проблем є те, що перевізники досягають необхідної кількості пасажиромісткості на маршруті, які мають задовольнити потреби в перевезеннях, за рахунок збільшення кількості малих та середніх автобусів. Таким чином збільшується кількість одиниць транспорту, що призводить погіршення екологічної ситуації міст. Забруднення навколишнього середовища у середніх містах України з кількістю жителів до 500 тис. чоловік токсичними викидами від автомобільного транспорту становить вже понад 80%, що є її світовою тенденцією.

В збільшенні викидів автотранспорту міст значну долю несе пасажирський автобусний транспорт, парк якого росте з кожним роком. Така ситуація, що склалася в Україні пов'язана з неузгодженням видів міського транспорту, відсутність координуючого органу, який комплексно займався б вирішенням проблеми пасажирського громадського транспорту, програмами розвитку транспорту та використанням наукових підходів до організації перевезень пасажирів.

**Метою роботи** є покращення екологічності міського маршрутного автобуса шляхом узгодження вибору їх техніко експлуатаційних параметрів реальним умовам експлуатації.

**Об'єкт дослідження:** процес експлуатації автобусів на міській пасажирській мережі.

**Предмет дослідження:** екологічність експлуатації автобусів на пасажирській мережі міста.

Дослідження проблеми вибору експлуатаційних параметрів автобусів для роботи на пасажирських маршрутах міст України проведено на основі маршрутної мережі м. Житомир.

Маршрутна мережа міста Житомира є достатньо розвинена і сполучає майже всі райони між собою та центром міста. До складу маршрутної мережі міста Житомира входить 28 міських автобусних маршрутів, 8 приміських та 18 маршрутів електротранспорту, та один кільцевий маршрут рейкового транспорту. Транспортне обслуговування населення на міських автобусних маршрутах виконується приватними перевізниками на підставі укладених договорів з Житомирською міською радою. Рухомий склад складається з малих автобусів максимальною пасажиромісткістю від 18 до 42 пасажирів наступних марок Рута СПВ 17, Рута 20, Рута 22, Рута 25, Богдан А-092, Баз 22154, Баз А079, ПАЗ 32054, ПАЗ 4234, Чарз А091, ЗА3-07А I-VAN, YOUYI, що є автобусами для приміського обслуговування.

Недоліком даної маршрутної мережі є те, що більшість міських та приміських маршрутів проходить через центр міста, по головним його вулицям вул. Київська та вул. Велика Бердичівська, тим самим перенавантажуючи їх. На прикладі вул. Київська проходять 19 маршрутів пасажирського транспорту з яких 5 тролейбусиних маршрути. Кількість проїжджаючих транспортних засобів за 30 хвилин в один бік з 7:30 до 8:00 становить 344 одиниці, з яких більше 100 одиниць пасажирського транспорту. Це в свою чергу призводить до утворення заторів як на протязі усього руху, особливо, в місцях зупиночних пунктів та погіршенню екології.

Для покращення ситуації, що склалася в м. Житомир пропонуємо при виборі і розподілі автобусів за маршрутами враховувати наступне :

- можливість отримання вихідної інформації (дані пасажиропотоків, транспортних потоків);
- необхідність оптимізації трьох взаємозалежних факторів: кількості, місткості та експлуатаційних характеристик автобусів на маршруті;
- існуючі технологічні обмеження експлуатаційно-екологічних характеристик використання автобусів на маршрутах міст (нормативні викиди шкідливих речовин).

Визначальними факторами формування маршрутів громадського пасажирського транспорту є пасажиропотоки, транспортні потоки та міська мережа міста, на підставі яких визначається експлуатаційні та екологічні параметри автобусів.

Для визначення експлуатаційних параметрів міських автобусів з урахуванням екологічної безпеки, що працюють на маршрутах, проведені наступні роботи:

- Визначено кількості викидів шкідливих речовин на міжзупинкових пробігах маршрутних транспортних засобів.
- Обстежено кількість токсичних компонентів CO, C<sub>n</sub>H<sub>m</sub>, SO<sub>2</sub>, Формальдегід, Бензопірен, Сажа, на зупиночних пунктах «вул. Небесної сотні», «ЦУМ», «вул. Хлібна».
- Визначені пасажиропотоки на зазначених зупиночних пунктах по основній магістралі м. Житомир;
- Визначено інтенсивність руху на зупиночних пунктах автобусів (авт(трол)/год);
- Проведено розрахунок потрібної кількості пасажирських автотранспортних засобів.

Для визначення концентрацій газоподібних токсикантів і сажі, що потрапляють в придорожній простір з вихлопами транспортних засобів, використовувався розрахунковий метод [6].

Для визначення характеристик автотранспортних потоків на обраних ділянках вулично-дорожньої мережі нами був проведений облік руху маршрутних автотранспортних засобів на зупинках.

У дослідницькій роботі визначено кількість транспортних засобів які проїжджають на ділянці від точки 9(майдан Згоди) до точки 26(вул. Київська, 28) за проміжок часу з 8:00 до 9:00, день зняття даних, середа.

Нехтуючи тим, що автобуси які курсують маршрутами м. Житомир давно не відповідають заводським параметрам екологічності, а деякі відпрацювали свій ресурс та потребують заміни, використовуємо еталонні норми викидів заводу виробника (табл. 1).

Таблиця 1

Дані для розрахунку викидів в атмосферу шкідливих елементів

		C <sub>m</sub> H <sub>n</sub>	Nox	CO	HC	PM
автобус	кількість	г/км	г/км	г/км	г/км	г/км
рута	80	0,2	0.15	2.3	-	-
Баз	11	-	7	4	1.1	0.15
I-VAN	10	-	7	4	1.1	0.15
Богдан	9	-	7	4	1.1	0.15
ПАЗ	4	-	7	4	1.1	0.15

Таким чином пробіговий викид розраховуємо за наступною формулою (1):

$$Q_i = q_i \cdot L \cdot n \quad (1)$$

де:  $Q_i$  – пробіговий викид;

$q_k$  – це допустимий викид  $i$ -го компоненту (г/км);

$L$  – пробіг автомобіля, (км);

$n$  – кількість маршрутних автобусів які проїжають за годину.

Як приклад розраховуємо для автобусів малої пасажиромісткості.

Рута 25 I-VAN

$$Q_{CO} = 2,3 \cdot 0,45 \cdot 80 = 82,8 \text{ г/км} \quad Q_{NOx} = 7 \cdot 0,45 \cdot 10 = 31,5 \text{ г/км}$$

$$Q_{CmHn} = 0,2 \cdot 0,45 \cdot 80 = 7,2 \text{ г/км} \quad Q_{CO} = 4 \cdot 0,45 \cdot 10 = 18 \text{ г/км}$$

$$Q_{NOx} = 0,15 \cdot 0,45 \cdot 80 = 5,4 \text{ г/км} \quad Q_{HC} = 1,1 \cdot 0,45 \cdot 10 = 4,95 \text{ г/км}$$

$$Q_{PM} = 0,15 \cdot 0,45 \cdot 10 = 0,675 \text{ г/км}$$

Результати розрахунків занесемо в (табл.2).

Аналогічні розрахунки були проведені для таких транспортних засобів: Рута, Баз, I-VAN, Богдан, ПАЗ.

Таблиця 2

Результати викидів

	<b>CmHn</b>	<b>Nox</b>	<b>CO</b>	<b>HC</b>	<b>PM</b>
Назва автобуса	г/км	г/км	г/км	г/км	г/км
<b>рута</b>	7.2	5.4	82.8	-	-
<b>Баз</b>	-	34.65	19.8	5.445	0.7425
<b>I-VAN</b>	-	31.5	18	4.95	0.675
<b>Богдан</b>	-	28.35	16.2	4.455	0.6075
<b>ПАЗ</b>	-	12.6	7.2	1.98	0.27
<b>Σ</b>	<b>7.2</b>	<b>112.5</b>	<b>144</b>	<b>16.83</b>	<b>2.295</b>

Для розрахунок викидів шкідливих речовин під час простою для посадки (висадки) на зупиночних пунктах використовувались наступні параметри:

- середня кількість автобусів, що зупинялися на зупинці за одну годину;

- середній час простою одного автобуса на зупинці;

- кількість автобусів, що підходять до зупинки за годину часу.

Інтенсивність забруднення під час посадки (висадки) пасажирів, а також простою на зупинці та світлофорі визначається формулою:

$$M_{Pi} = \frac{P}{40} \sum_{n=1}^{N_{ц}} \cdot \sum_{k=1}^{N_{гр}} (M'_{Pi,k} \cdot G_{k,n}) \quad (2)$$

де:  $P$  (хв.) – тривалість часового простою на зупинці;

$N_{ц}$  – кількість циклів  $i$ -го автобуса за годину

$N_{авт}$  – кількість автобусів

$M'_{Pi,k}$  (г/хв.) – питомий викид  $i$ -ї ЗР автомобілями,  $k$ -ї групи, що знаходяться в «черзі» на зупинці;

$G_{k,n}$  – кількість автомобілів  $k$ -ї групи, що знаходяться в «черзі» в зоні підїзду до зупинки.

Значення  $M'_{Pi,k}$  визначаються [7] в якій наведено усереднені питомі викиди двигунів ТЗ (г/хв.), що враховують режими руху автомобілів в районі перетину перехрестя (гальмування, холостий хід, розгін), а значення  $P$ ,  $N_{ц}$ ,  $G_{k,n}$  – за результатами натурних обстежень.

Для оцінки забрудненості шкідливими речовинами зупинок нами було розраховано накопичення викидів автомобілів на одних з найбільш навантажених зупинок: вул. Небесної Сотні, ЦУМ, вул. Хлібна

Для розрахунку прийняті значення:  $P = 0,45$  хв.;  $N_{ц} = 1$ ;  $N_{гр} = 2$ ;

Інтенсивність шкідливих впливів автобусів на зупинці «вул. Небесної сотні», «ЦУМ», «вул. Хлібна» за визначений період:

На прикладі вул. Небесної Сотні:

$$M_{CO} = \frac{0,45}{40} \cdot 1 \cdot \left( (4,0 \cdot 80) + (1,1 \cdot 34) \right) = 4,02075 \text{ (г/хв.)}$$

$$M_{NO_x} = \frac{0,45}{40} \cdot 1 \cdot \left( \frac{(0,08 \cdot 80)}{+(0,11 \cdot 34)} \right) = 0,114075(\text{г/хв});$$

$$M_{C_nH_m} = \frac{0,45}{40} \cdot 1 \cdot \left( \frac{(0,9 \cdot 80)}{+(0,6 \cdot 34)} \right) = 1,0395(\text{г/хв});$$

$$M_{\text{Сажа}} = \frac{0,45}{40} \cdot 1 \cdot ((0,2 \cdot 34)) = 0,0765(\text{г/хв});$$

$$M_{SO_2} = \frac{0,45}{40} \cdot 1 \cdot \left( \frac{(0,009 \cdot 80)}{+(0,015 \cdot 34)} \right) = 0,0138375 (\text{г/хв});$$

$$M_{\text{Формл.}} = \frac{0,45}{40} \cdot 1 \cdot \left( \frac{(0,4 \cdot 80)}{+(0,0025 \cdot 34)} \right) = 0,36095625(\text{г/хв});$$

$$M_{\text{Б(а)П}} = \frac{0,45}{40} \cdot 1 \cdot \left( \frac{+(1,2 \cdot 10^{-6} \cdot 80)}{+(1,6 \cdot 10^{-6} \cdot 34)} \right) = 1.65825 \cdot 10^{-6}(\text{г/хв}).$$

Таблиця 3

Результати викидів шкідливих речовин під час посадки(висадки) пасажирів «вул. Небесної сотні», «ЦУМ», «вул. Хлібна»

	CO	NO <sub>x</sub>	C <sub>n</sub> H <sub>m</sub>	Сажа	SO <sub>2</sub>	Формл.	Б(а)П
Вул. Небесної сотні	4,02075	0,114075	1,0395	0,0765	0,0138375	0,36095625	1.65825 · 10 <sup>-6</sup>
ЦУМ	4,017375	0,1209375	1,08675	0,09225	0,01481625	0,01481625	1.791 · 10 <sup>-6</sup>
Вул. Хлібна	4,0905	0,11745	1,063125	0,081	0,01427625	0,3655125	1.7415 · 10 <sup>-6</sup>

Завдяки проведеній роботі визначення пасажиропотоків в м. Житомир[9]отримали основні місця тяготіння пасажирів, що в свою чергу дозволяє запропонувати експлуатаційні характеристики автобуса, що до кількості пасажиромісць для задоволення потреб населення міста, та покращенню екологічної ситуації.

Результати комплексного дослідження пасажиропотоків м. Житомир з 8:00–9:00 (Рис.1).

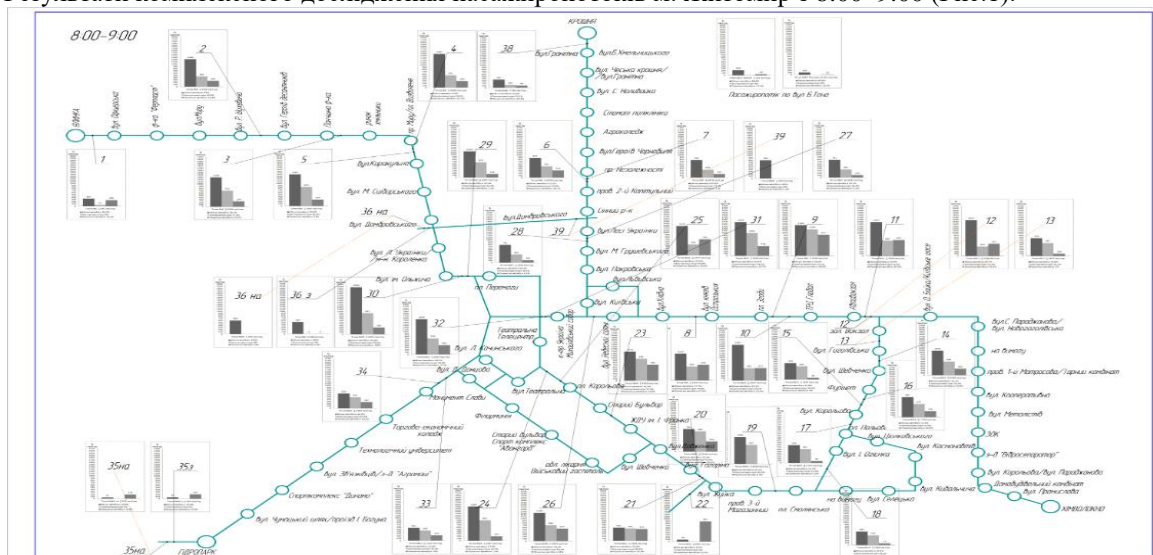


Рис. 1

Проаналізувавши основну магістральну вулицю Київська[9,10], визначили найбільшу кількість пасажирів. Відповідно від неї і будемо відштовхуватися.

Отже ми маємо загальну кількість пасажирів яку необхідно перевести за одну годину – 3450 пас.

Для розрахунку та формування транспортної мережі міста пріоритетним видом транспорту для нас є електротранспорт, так як він є більш екологічним та знаходиться у державній власності. В день

проведення дослідження нами було зафіксовано 34 тролейбуси які проїхали за годину, в одному напрямку по вул. Київській. Це та кількість електротранспорту, що може надати місто для задоволення потреб пасажирототоків. Далі проведено розрахунок розподілення пасажиропотоку на електротранспорті за фактичною завантаженістю 80%. Враховуючи, що 20% завантаженості залишаємо на екстрені випадки, скористуємось формулою(3) для отримання максимальної кількості пасажиромісць, які може задовольнити електротранспорт:

$$Tr_{\text{макс}} = Tr_{\text{к-сть}} \cdot (Q_{\text{тр}} \cdot 0,8) = 34 \cdot (80 \cdot 0,8) = 2176 \text{ чол} \quad (3)$$

де:  $Tr_{\text{макс}}$  – це кількість пасажирів перевезених за одну годину при 80% завантаженості.

$Tr_{\text{к-сть}}$  – кількість тролейбусів яка проїжає за 1 год .34 шт.

$Q_{\text{тр}}$  – пасажиромісткість тролейбуса Škoda 14Tr04 80 пас.

Маючи отримані результати з навантаження тролейбусів, можна розрахувати залишковий пасажиропотік, що припадає на маршрутні автобуси.

$$\Delta_{\text{пас}} = Q_{\text{заг}} - Tr_{\text{макс}} \quad (4)$$

$\Delta_{\text{пас}}$  – залишковий пасажиропотік, що припадає на маршрутні автобуси.

$Q_{\text{заг}}$  – початкова кількість пасажирів.

$Tr_{\text{макс}}$  – кількість пасажирів яку перевезе електротранспорт.

$$\Delta_{\text{пас}} = 3450 - 2176 = 1274 \text{ пас}$$

Завдяки проведеним дослідженням виникає необхідність визначити число автобусів великої пасажиромісткості не тільки за пасажиропотоком, але і по екологічній складовій.

Вибір здійснимо з автобусів великого класу, а саме, ЛАЗ А152

СітіЛАЗ 10 LE або ЛАЗ А152— міжміський автобус, що виробляється на Львівському автобусному заводі з 2006 року. Миським аналогом даного автобуса є ЛАЗ А152, щоправда у їхній конструкції є суттєві відмінності.

Далі проведемо розрахунок на необхідну кількість автобусів ,виходячи з тієї різниці пасажирів що залишилась.

Завантаженість автобуса становить 80 % при максимальній пасажиромісткості 104 чол.

Отже приймаємо пасажиромісткість при заповненості на 80 % ,84 чол.

$$Q_{\text{автоб}} = \Delta_{\text{пас}} / \partial;$$

$Q_{\text{автоб}}$  – необхідна кількість автобусів для перевезення пасажирів.

$\Delta_{\text{пас}}$  –кількість пасажирів яка залишилася для перевезення автобусами.

$\partial$  - завантаженість.

$$\Delta_{\text{пас}} = 1274 \text{ чол.}$$

$$\partial = 84$$

$$Q_{\text{автоб}} = 1274 / 84 = 15,17 = 16$$

Отже, виходячи з кількості 1274 пасажирів, для їх перевезення необхідно буде 16 маршрутних автобусів великої пасажиромісткості.

Проведемо розрахунок екологічності

Пробіговий викид можна розрахувати за наступною формулою:

$$Q_i = q_i \cdot L \cdot n \quad (5)$$

де :  $Q_i$  - Пробіговий викид

$q_i$  - це допустимий викид і-го компоненту г/км

$L$  –пробіг автомобіля ,км

$n$ - кількість маршрутних автобусів які проїжають за годину.

$$Q_{\text{Nox}} = 5 \cdot 0,45 \cdot 16 = 35,136 \text{ г/км}$$

$$Q_{\text{CO}} = 2,1 \cdot 0,45 \cdot 16 = 15,12 \text{ г/км}$$

$$Q_{\text{HC}} = 0,66 \cdot 0,45 \cdot 16 = 4,752 \text{ г/км}$$

$$Q_{\text{PM}} = 0,1 \cdot 0,45 \cdot 16 = 0,72 \text{ г/км}$$

Результати викидів занесемо в таблицю 4.

Таблиця 4

Таблиця результатів обрахунку викиду шкідливих речовин для автобуса ЛАЗ А152

	Nox	CO	HC	PM
Назва автобуса	г/км	г/км	г/км	г/км
ЛАЗ А152	35.136	15.12	4.752	0.72

Проведемо по аналогії розрахунки для автобусів середньої місткості. Для того щоб більш широко задовольнити проблеми населення.

Ataman A093 — автобус середнього класу українського виробництва, що випускається на ПАТ «Черкаський автобус» з 2012 року.

Далі проведемо розрахунок на необхідну кількість автобусів ,виходячи з тієї різниці пасажирів що залишилась.

Завантаженість автобуса становить 80%

Отже приймаємо пасажиромісткість при за повненості на 80% ,36 чол

$$Q_{\text{автоб}} = \Delta_{\text{пас}} / \delta; \quad (6)$$

$Q_{\text{автоб}}$  –необхідна кількість автобусів для перевезення пасажирів.

$\Delta_{\text{пас}}$  –кількість пасажирів яка залишилася для перевезення автобусами.

$\delta$  - пасажиромісткість

$\Delta_{\text{пас}}=1274$  чол.

$\delta=36$  чол.

$$Q_{\text{автоб}} = 1274/36=35,38=36$$

Отже, виходячи з кількості пасажирів 1274 пасажирів,для їх перевезення необхідно буде 36 маршрутних автобусів.

Проведемо розрахунок екологічності

Пробіговий викид розрахуємо по формулі(7):

$$Q_i = q_i \cdot L \cdot n(7)$$

де :  $Q_i$  - Пробіговий викид

$q_k$  - це допустимий викид і-го компоненту г/км

$L$  –пробіг автомобіля ,км

$n$  - кількість маршрутних автобусів які проїжджають за годину.

$$Q_{\text{Nox}} = 5 \cdot 0,45 \cdot 36=81 \text{ г/км}$$

$$Q_{\text{CO}} = 2,1 \cdot 0,45 \cdot 36=34,02 \text{ г/км}$$

$$Q_{\text{HC}} = 0,66 \cdot 0,45 \cdot 36=10,692 \text{ г/км}$$

$$Q_{\text{PM}} = 0,1 \cdot 0,45 \cdot 36=1,62 \text{ г/км}$$

Результати викидів занесемо в таблиці 5.

Таблиця 5

Результати обрахунку викиду шкідливих речовин для автобуса Ataman A093

	<b>Nox</b>	<b>CO</b>	<b>HC</b>	<b>PM</b>
Назва автобуса	г/км	г/км	г/км	г/км
Ataman A093	81	34.02	10.692	1.62

Оскільки ми здійснили розрахунки викидів маршрутних транспортних засобів,можемо звести результати в табл.6 і знайти відсоткову різницю.

Таблиця 6

Порівняння викидів шкідливих між досліджуваними автобусами та альтернативно запропонованими

	<b>СmHn (г/км)</b>	<b>Nox (г/км)</b>	<b>CO (г/км)</b>	<b>HC (г/км)</b>	<b>PM (г/км)</b>
Досліджуванні автобуси	<b>7.2</b>	112.5	144	16.83	2.295
Запропонований ЛАЗ A152	-	35.136	15.12	4.752	0.72
Запропонований Ataman A093	-	81	34.02	10.692	1.62
Покращення екології(%)	100	68.8-28	89.5-76.4	71.8-36.5	68.7-29.5

Викиди СО при використанні старого автопарку становили 144гр/км. А підібраний та розрахований нами автобус ЛАЗ А152 викиди в атмосферу шкідливих речовин становили 15,12г/км.

Дивлячись на результати розрахунків можемо представити різницю у відсотках, забрудненість навколишнього середовища зменшиться на 50–75 %.

Все це є результатом заміни автобусів малої місткості на автобуси великої місткості, що в свою чергу дало нам змогу зменшити кількість автобусів в 10 разів, та покращити їх експлуатаційно-екологічні параметри на маршрутній мережі міста Житомира.

#### Висновки:

1. Визначено, що значна доля забруднення середніх міст пов'язана із використанням на автобусних пасажирських маршрутах малих автобусів із частим інтервалом руху. Встановлено, що режим експлуатації даних транспортних засобів проходить у невідповідності їх техніко-експлуатаційним параметрам (пасажиромісткості, потужності двигуна і т.п.).

2. В роботі дана оцінка екологічного стану що складається в м. Житомирі. Визначено значення шкідливих викидів від експлуатації малих автобусна на пасажирських маршрутах.

3. На основі параметрів пасажиропотоків надано рекомендації заміни малих автобусів на автобуси великої пасажиромісткості з відповідно більшими інтервалами руху. Дана порівняльна характеристика екологічності експлуатації автобусів малої та великої пасажиромісткості. Встановлено, що при цьому шкідливі викиди зменшуються в межах 50–70% .

#### Список використаної літератури:

1. Біліченко В.В. Методика визначення базових параметрів автобусних маршрутів загальногкористування / В.В. Біліченко, С.В. Цимбал // Вісник СевНТУ. – № 134. – Севастополь, 2012. – С. 230–233.
2. Біліченко В.В. Удосконалення роботи міських маршрутів шляхом вибору раціональної кількості та пасажиромісткості автобусів / В.В. Біліченко // Вісник ЖДТУ. – Житомир, 2012. – № 1.
3. Брегіда Ф.М. Поліпшення експлуатаційної ефективності колісних транспортних засобів категорії М2 : дис. ... канд. техн. наук / Ф.М. Брегіда.
4. Рудзінський В.В. До побудови моделі експлуатаційної ефективності дорожнього транспортного засобу / В.В. Рудзінський, Ф.М. Брегіда // Автошляховик України. – 2005. – С. 77–79.
5. Луканін В.Н. Промислово-транспортна екологія : підруч. для вузів / В.Н. Луканін, Ю.В. Трофименко ; за ред. В.Н. Луканіна. – М. : Вища. шк., 2003. – 273 с.
6. Екологія та автомобільний транспорт : навч. посібник. – 2-ге вид. / Ю.Ф. Гутаревич, Д.В. Зеркалов та ін., перероб. та доп. – К. : Арістей, 2008. – 296 с.
7. Зубачик Р.М. Вдосконалення методів забезпечення пріоритетного руху для маршрутних автобусів на вулично-дорожній мережі міста : дис. ... канд. техн. наук / Р.М. Зубачик. – Львів, 2015. – 187 с.
8. Маяк М.М. Стан пасажироперевезень у м.Житомирі / М.М. Маяк, С.В. Мельничук, О.І. Рафальський : Тези міжвузівської науково-практичної конференції, присвяченої Дню науки. – Т.1. – С. 19–20.
9. Оптимізація вибору рухомого складу для пасажирських автомобільних перевезень / М.М. Маяк, С.В. Мельничук, О.М. Кравченко, О.І. Рафальський // Вісник СевНТУ : зб. наук. пр. – Вип. 143/2013.
10. Екологічні основи інтелектуальних транспортних систем : навч. посібник / В.В. Рудзінський, А.В. Ільченко, С.В. Мельничук, В.Є. Титаренко, В.П. Шумляківський ; під заг. ред. В.В. Рудзінського. – Житомир : ЖДТУ, 2014. – 176 с

#### References:

1. Bilichenko, V.V. Metodyka vyznachennja bazovyh parametriv avtobusnyh marshrutiv zagal'nogo korystuvannja, Visnyk SevNTU Sevastopol', 2012. pp. 230–233.
2. Bilichenko, V.V. Udoshkonalennja roboty mis'kyh marshrutiv shljahom vyboru racional'noi' kil'kosti ta pasazhyromistkosti avtobusiv, Visnyk ZhDTU, Zhytomyr, 2012.
3. Bregida, F.M. Polipshennja ekspluatacijnoi' efektyvnosti kolisnyh transportnyh zasobiv kategorii' M2.
4. Rudzins'kyj, V.V. Do pobudovy modeli ekspluatacijnoi' efektyvnosti dorozhn'ogo transportnogo zasobu Avtoshljahovyk Ukrainy, 2005, pp.77–79.
5. Lukanin, V.N. and Trofymenko, Ju.V. Promyslovo-transportna ekologija, pidruch. dlja vuziv, Moskov, 2003, pp. 273.
6. Gutarevych, D.V. Ekologija ta avtomobil'nyj transport, Aristej, 2008, pp. 296.
7. Zubachyk, R.M. Vdoskonalennja metodiv zabezpechennja pryorytetnogo ruhu dlja marshrutnyh avtobusiv na vulychno-dorozhnyj merezhi mista, dys kand. tehn. nauk, L'viv, 2015, pp.187.
8. Majak, M.M., Mel'nychuk, S.V. and Rafal's'kyj, O.I. Stan pasazhyroperevezen' u m. Zhytomyri, Tezy mizhvuziv's'koi' naukovy-praktychnoi' konferencii', prysvjachenoi' Dnju nauky, ZhDTU, pp. 19–20.
9. Majak, M.M., Mel'nychuk, S.V., Kravchenko, O.M. and Rafal's'kyj, O.I. Optymizacija vyboru ruhomogo skladu dlja pasazhyrs'kyh avtomobil'nyh perevezen', Visnyk SevNTU, 2013.
10. Rudzys'kyj, V.V., Il'chenko, A.V., Mel'nychuk, S.V., Tytarenko, V.Je. and Shumljakiv's'kyj, V.P. Ekologichni osnovy intelektual'nyh transportnyh system, navch. posibnyk, Zhytomyr, ZhDTU, 2014 pp. 176.

МЕЛЬНИЧУК Сергій Володимирович – доцент кафедри автомобілів та автомобільного господарства Житомирського державного технологічного університету.

Наукові інтереси:

- експлуатація міського автобуса;
- плавність ходу автомобіля.

Тел.: (067) 981–59–18.

E-mail: [sergij.m@mail.ru](mailto:sergij.m@mail.ru).

РАФАЛЬСЬКИЙ Олексій Ігорович – асистент кафедри автомобілів та автомобільного господарства Житомирського державного технологічного університету.

Наукові інтереси:

- експлуатація міського автобуса;
- транспортна логістика.

Тел.: (067) 269–73–43.

E-mail: [lesha-rafa@meta.ua](mailto:lesha-rafa@meta.ua).

ЧУЙКО Сергій Петрович – викладач I категорії Житомирського автомобільно-дорожнього коледжу НТУ (аспірант кафедри автомобілів та автомобільного господарства Житомирського державного технологічного університету).

Наукові інтереси:

- експлуатація міського автобуса.

Тел.: (097) 970–44–15.

Стаття надійшла до редакції 28.04.2017.