

**ВПЛИВ КАРАНТИННИХ ОБМЕЖЕНЬ, ВИКЛИКАНИХ  
ЕПІДЕМІЄЮ COVID-19, НА ІНТЕНСИВНІСТЬ  
ТРАНСПОРТНОГО РУХУ ТА ЕКОЛОГІЧНИЙ СТАН У М. ЛУЦЬКУ**

**В.В. Федонюк<sup>1</sup>, В.В. Іванців<sup>2</sup>, М.А. Федонюк<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>к. геогр. н., доцент кафедри екології та агрономії,  
Луцький національний технічний університет, Луцьк, Україна,  
ORCID ID: 0000-0002-1880-6710

<sup>2</sup>к. іст. н., завідувач кафедри екології та агрономії,  
Луцький національний технічний університет, Луцьк, Україна,  
ORCID ID: 0000-0003-4710-3245

<sup>3</sup>к. геогр. н., доцент кафедри екології та агрономії,  
Луцький національний технічний університет, Луцьк, Україна,  
ORCID ID: 0000-0002-4034-3695

**Анотація**

**Вступ.** Актуальним питанням є дослідження екологічного впливу автомобільного транспорту в містах та розроблення шляхів зменшення такого впливу. Автотранспорт – це найбільш потужне джерело забруднення атмосферного повітря в місті. Автомобілі зумовлюють також низку негативних видів фізичного впливу на довкілля (шумове, вібраційне, електромагнітне забруднення). В умовах пандемії та загальнодержавного карантину з'явилася можливість оцінити, наскільки змінюються негативні чинники автотранспортного екологічного впливу у процесі скорочення обсягу перевезень та руху транспортних засобів. **Метою** дослідження стало проведення комплексної оцінки змін у структурі, динаміці, інтенсивності автотранспортного навантаження в м. Луцьку та екологічного впливу цих змін в умовах запровадженого загальнонаціонального карантину навесні 2020 р. **Результати.** Унаслідок проведення комплексу вимірювально-обчислювальних робіт на п'яти дослідних ділянках автомагістралей у м. Луцьку ми визначили зміни в динаміці та структурі автотранспортного трафіку, а також зміни таких показників автотранспортного впливу на екосистеми: 1) обсяги викидів у повітря сполук  $CO_x$  (вуглекислий газ і чадний газ у сумі, або оксиди карбону); 2) шумове навантаження на ділянці автомагістралі (стандартна акустична характеристика й акустична характеристика на довільній відстані). Встановлено, що зменшення негативних чинників екологічного впливу в разі зниження інтенсивності автотрафіку відбувається нелінійно. За послаблення автотрафіку у 2–3 рази викиди оксидів карбону скорочуються на 60–70 %, величини акустичних характеристик зменшуються лише на 10–15 %. **Висновки.** Отже, встановлено суттєве зниження наявних у докарантинний період перевищень за вмістом оксидів карбону у викидах автотранспорту та за рівнями шумового забруднення довкілля в Луцьку. Фактичні концентрації оксидів карбону на ділянках, що прилягають до автомагістралі, зменшилися до нормативних, акустична характеристика в житлових мікрорайонах була нижчою за норматив

протягом доби. Таким чином, запровадження карантинних обмежувальних заходів у країні суттєво послабило негативний екологічний вплив автотранспортних систем на екосистеми, адже результати, отримані для м. Луцька, можна екстраполювати й на інші міста, що мають схожу конфігурацію та завантаженість транспортних систем.

**Ключові слова:** автомобільний транспорт, Луцьк, екологічний вплив автотранспорту, акустичні характеристики, викиди оксидів карбону.

### THE INFLUENCE OF QUARANTINE RESTRICTIONS DUE TO THE COVID-19 EPIDEMIC ON TRAFFIC INTENSITY AND ECOLOGICAL CONDITION IN LUTSK

V.V. Fedoniuk<sup>1</sup>, V.V. Ivantsiv<sup>2</sup>, M.A. Fedoniuk<sup>3</sup>

<sup>1</sup>PhD, Associate Professor at the Department of Ecology and Agronomy,  
Lutsk National Technical University, Lutsk, Ukraine,  
ORCID ID: 0000-0002-1880-6710

<sup>2</sup>PhD, Head of the Department of Ecology and Agronomy,  
Lutsk National Technical University, Lutsk, Ukraine,  
ORCID ID: 0000-0003-4710-3245

<sup>3</sup>PhD, Associate Professor at the Department of Ecology and Agronomy,  
Lutsk National Technical University, Lutsk, Ukraine,  
ORCID ID: 0000-0002-4034-3695

#### Summary

**Introduction.** An urgent issue is the study of the environmental impact of road transport in cities and the development of ways to reduce such impact. Motor vehicles are the most powerful source of air pollution in the city. Cars also cause a number of negative types of physical impact on the environment (noise, vibration, electromagnetic pollution). In the context of the pandemic and national quarantine, it is now possible to assess the extent to which the negative factors of motor transport environmental impact are changing in the process of reducing the volume of traffic and car traffic. The **purpose** of this study was to conduct a comprehensive assessment of changes in the structure, dynamics, intensity of traffic in Lutsk and the environmental impact of these changes in the conditions of the introduced national quarantine in the spring of 2020. **Results.** Having carried out a set of measuring and computing works on five research sections of highways in Lutsk, we identified changes in the dynamics and structure of road traffic, as well as changes in the following indicators of road impact on ecosystems: 1) emissions of CO<sub>2</sub> compounds and carbon monoxide in total, or carbon oxides); 2) noise load on the section of the highway (standard acoustic characteristics and acoustic characteristics at any distance). It is established that the reduction of negative factors of environmental impact while reducing the intensity of traffic is nonlinear: When traffic is reduced by 2–3 times, carbon monoxide emissions are reduced by 60–70 %, the values of acoustic characteristics are reduced by only 10–15 %. **Conclusions.** Thus, there was a significant reduction in the pre-quarantine exceedances in the content of carbon oxides in the emissions of vehicles and the levels of noise pollution in Lutsk. Actual concentrations of carbon oxides in the areas adjacent to the highway decreased to the normative, acoustic characteristics in residential areas were lower than the norm

*during the day. Thus, the introduction of quarantine restrictive measures in the country has significantly reduced the negative environmental impact of road transport systems on ecosystems, as the results obtained for Lutsk can be extrapolated to other cities and towns with similar configuration and congestion of transport systems.*

**Key words:** road transport, Lutsk, environmental impact of motor transport, acoustic characteristics, emissions of carbon monoxide.

**Вступ.** Проблеми екологічної безпеки автомобільного транспорту в містах України та світу з кожним роком набувають дедалі більшої актуальності. Це пов'язано з тим, що частка автомобільного транспорту в забрудненні навколишнього природного середовища може становити в урбанізованих зонах до 80–90 %. Усвідомлення того впливу, який чинять автомобілі на стан навколишнього середовища, дає можливість зазначити, що важливо спрогнозувати й передбачити зміни інтенсивності, динаміки та розподілу в часі й просторі автотранспортного навантаження на міські екосистеми.

Епідемія коронавірусу та обмежувальні заходи, що були запроваджені у зв'язку з нею, несподівано дали змогу науковцям провести дослідження наслідків таких змін «у режимі реального часу». Під час періодів локдауну автотранспортний трафік у містах суттєво змінювався. Зміни відбувалися як в інтенсивності автотранспортного навантаження, так і в його просторовому та часовому розподілі. Саме дослідження таких змін упродовж весняного локдауну 2020 р. в м. Луцьку проведено в цій роботі.

**Постановка проблеми.** Об'єктом дослідження були особливості роботи автотранспортних мереж м. Луцька в умовах загальнонаціонального карантину 2020 р. Зміст дослідження полягав у проведенні порівняльної оцінки впливу автотранспорту на якісні й кількісні показники стану атмосферного повітря та загального стану екосистеми міста Луцька в умовах, коли інтенсивність його руху суттєво змінюється під час дії загальнодержавних карантинних обмежень.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Екологічні наслідки автотранспортного впливу в м. Луцьку та їх прогресуюче зростання у XXI ст. було проаналізовано у працях С. Г. Панькевича, М. А. Федонюка, С. В. Турко, О. В. Іванців, В. В. Федонюк [3; 7; 8; 9]. Унаслідок цих досліджень було запропоновано створити недержавну альтернативну систему екологічного моніторингу стану атмосферного повітря в місті, адже кількість пунктів стаціонарного контролю за викидами на цей час дуже обмежена [8; 9].

Питання зміни інтенсивності, структури та просторово-часових особливостей руху автомобільного транспорту в містах в умовах обмежувальних протиепідемічних карантинних заходів – це новітня проблема, дослідження якої лише розпочалося. Проте низка авторів уже присвятили свої наукові праці її вивченню. Зокрема, у роботі М. М. Жука та І. І. Гіць розглядаються питання зміни підходів власників транспортних засобів і пасажирів до вибору шляху й засобу переміщення в умовах пандемії [3]; у праці О. Б. Гірної та О. Я. Кобилюх детально проаналізовано особливості та зміни транспортної логістики в карантинний період [1]. Статистичний аналіз таких змін можна провести завдяки матеріалам Є. Ю. Солонини [5], Державної служби статистики України [4].

Проте, звичайно, на цей час активні дослідження в зазначеній предметній області лише розпочалися, а наша стаття – перша спроба оцінити зміни для Луцька впродовж перших етапів карантинних обмежень у 2020 р.

**Формулювання цілей статті.** *Метою* дослідження стало проведення комплексної оцінки змін у структурі, динаміці, інтенсивності автотранспортного навантаження в м. Луцьку та екологічного впливу цих змін в умовах запровадженого загальнонаціонального карантину 2020 р. Відповідно, основними *завданнями* роботи було, по-перше, проведення комплексу спостережень за чисельністю та динамікою автомобільного транспорту в місті в період дії карантинних обмежень; по-друге, здійснення кореляційного аналізу чисельності й динаміки автотранспорту та показників екологічного навантаження; по-третє, розроблення рекомендацій щодо підвищення рівня екологічної безпеки автотранспортних мереж міста Луцька.

Вихідними матеріалами для виконання дослідження були дані власних спостережень, статистична інформація, дані інструментального контролю якісного складу атмосферного повітря стаціонарних постів спостережень у м. Луцьку, картографічні матеріали тощо.

**Виклад основного матеріалу.** Луцьк – це обласний центр та один із важливих багатофункціональних економічних, транспортних, туристичних, культурно-освітніх центрів Північно-Західної України. Міська територія має площу 4161 га, з яких 2,5 % – природні та штучні водотоки, 12,8 % – сільськогосподарські землі, 2,4 % – заболочені землі або ділянки без рослинного покриву. Населення Луцька налічує близько 220 тис. жителів. Місто обслуговує мережа доріг державного й місцевого значення, зокрема: міжнародна автотраса М-10 (Є-85), яка проходить обхідним півкільцем із півночі на південний схід; національна траса Н-22, що перетинає місто в широтному напрямку, у межах міста 9,2 км; національна автотраса Н-17, яка проходить із південного заходу, у межах міста 2,8 км; регіональна траса Р-14, що забезпечує сполучення маршрутом Луцьк – Ківерці – Дольськ.

Крім автомагістралей загальнодержавного значення, у Луцьку важливу роль відіграють дороги місцевого значення. Середні показники кількості автомобілів у Луцьку – 300 авто на 1000 мешканців, тобто за чисельності населення 220 тис. осіб кількість легкових автомобілів – близько 66 тис. одиниць, у тому числі легкового індивідуального транспорту – 59,4 тис. одиниць [3; 9].

Як відомо, транспортно-дорожній комплекс – це одне з найпотужніших джерел забруднення навколишнього середовища в місті. Робота двигунів автомобілів спричиняє викиди в атмосферне повітря великої кількості речовин-політантів. Транспорт є основним джерелом шумового, вібраційного та теплового забруднення на селітебних територіях.

У Луцьку, згідно з даними попередніх досліджень [9], у 2020 р. обсяг загальних викидів в атмосферу становив 1853,0 т від стаціонарних джерел та 171825,5 т від пересувних джерел (автотранспорту), тобто на порядок більше.

Навесні 2020 р. склалася унікальна ситуація: у зв'язку з епідемією коронавірусу світ завмер у карантині. В Україні загальнонаціональний карантин було запроваджено з 12 березня 2020 р., і практично в перші його дні обмеження стали дуже жорсткими. Це не могло не позначитися на роботі автомобільного транспорту.

Зупинилися практично всі перевезення, перестав працювати міський і міжміський автомобільний пасажирський транспорт, суттєво обмежився й рух приватних авто. Очевидно, що різкі зміни в динаміці та розподілі автотранспортних потоків мали би чинити певний вплив на екологічні процеси.

Упродовж березня – квітня 2020 р. було проведено цикл спостережень за динамікою транспортних потоків у п'яти контрольних точках на пошкоджених автомагістралях м. Луцька. Контрольні точки вибиралися на ділянках автомагістралей на таких вулицях, як Рівненська, Дубнівська, Ковельська, Володимирська, Львівська. Усі названі вулиці є виїздними трасами з міста в напрямках, відповідно, міст Рівного, Дубно, Ковеля, Володимира, Львова. Це найбільш інтенсивні за транспортним рухом автомагістралі обласного й міжобласного значення. Частина трас має міжнародне значення. На прилягаючих до зазначених вулиць ділянках екосистеми зазнають найбільшого автотранспортного впливу.

У таблицях 1–3 представлено результати проведених визначень інтенсивності та складу автотранспортних потоків на дослідних ділянках і вулицях міста Луцька. У таблиці 1, зокрема, представлені результати визначення інтенсивності руху автотранспорту в докарантинний період (дані весняного періоду 2019 р.). У таблицях 2 та 3 представлено результати спостережень на початку карантинного періоду (2-й тиждень карантину, 17 березня 2020 р.) та після завершення двох місяців карантину, коли обмеження почали послаблюватися (8-й тиждень карантину, 28 квітня 2020 р.). Спостереження за інтенсивністю руху здійснювалися в будні дні тижня (вівторок), у період ранкових годин (06.00–07.00), обідніх годин (13.00–14.00, година пік, період інтенсивного транспортного навантаження) та вечірніх годин (21.00–22.00, зменшення потоку автомобілів). Визначалася також середня добова інтенсивність автотрафіку.

Таблиця 1

**Інтенсивність та структура транспортних потоків у Луцьку в період до запровадження карантину (за даними власних спостережень)**

| <i>Ділянка дороги</i> | <i>Інтенсивність транспортного потоку, авто/добу</i> | <i>Частка легкових авто, %</i> | <i>Частка мікроавтобусів, %</i> | <i>Частка вантажних авто, %</i> | <i>Частка автобусів, %</i> |
|-----------------------|--|--------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|----------------------------|
| Рівненська            | 16200  | 45                             | 18                              | 30                              | 7                          |
| Дубнівська            | 7150   | 49                             | 20                              | 26                              | 5                          |
| Ковельська            | 12450  | 41                             | 23                              | 29                              | 7                          |
| Львівська             | 13400  | 42                             | 18                              | 36                              | 4                          |
| Володимирська         | 9700   | 45                             | 33                              | 17                              | 5                          |

Як показує аналіз даних, представлених у таблицях 1–3, інтенсивність транспортного руху на основних магістралях Луцька дуже висока. До введення карантинних заходів протягом доби основними в'їздними вулицями міста проїжджало від 7 до 16 тис. авто. Проте після запровадження карантину інтенсивність руху транспорту послабилася вдвічі, а подекуди навіть утричі (2-й тиждень карантину). Однак після ослаблення карантинних заходів (8-й тиждень карантину) інтенсивність руху транспорту знову дещо зросла. На порядок скоротилася частка



автобусів у загальному автотранспортному потоці (від 5–10 % до 0,5–1 %). Проте частка мікроавтобусів зменшилася не так суттєво. Частка вантажних автомобілів зменшилася приблизно вдвічі.

Таблиця 2

**Інтенсивність та структура транспортних потоків у м. Луцьку  
в період запровадження загальнонаціонального карантину  
(2-й тиждень карантинних обмежень, 17 березня 2020 р.;  
за даними власних спостережень)**

| <i>Ділянка дороги</i> | <i>Інтенсивність транспортного потоку, авто/добу</i> | <i>Частка легкових авто, %</i> | <i>Частка мікроавтобусів, %</i> | <i>Частка вантажних авто, %</i> | <i>Частка автобусів, %</i> |
|-----------------------|--|--------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|----------------------------|
| Рівненська            | 5600   | 65                             | 23                              | 11                              | 1                          |
| Дубнівська            | 3700   | 56                             | 33                              | 10                              | 1                          |
| Ковельська            | 4300   | 55                             | 32,5                            | 12                              | 0,5                        |
| Львівська             | 5200   | 60                             | 26                              | 13                              | 1                          |
| Володимирська         | 4000   | 58                             | 33,3                            | 8                               | 0,7                        |

Таблиця 3

**Інтенсивність і структура транспортних потоків у м. Луцьку  
в період запровадження загальнонаціонального карантину  
(8-й тиждень карантинних обмежень, 28 квітня 2020 р.;  
за даними власних спостережень)**

| <i>Ділянка дороги</i> | <i>Інтенсивність транспортного потоку, авто/добу</i> | <i>Частка легкових авто, %</i> | <i>Частка мікроавтобусів, %</i> | <i>Частка вантажних авто, %</i> | <i>Частка автобусів, %</i> |
|-----------------------|--|--------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|----------------------------|
| Рівненська            | 7000   | 62                             | 23,5                            | 13                              | 1,5                        |
| Дубнівська            | 4500   | 52                             | 33                              | 14                              | 1                          |
| Ковельська            | 5500   | 51                             | 35,4                            | 13                              | 0,6                        |
| Львівська             | 7200   | 58                             | 26,8                            | 14                              | 1,2                        |
| Володимирська         | 5800   | 54                             | 35                              | 10                              | 1                          |

На основі отриманих результатів за допомогою методик, описаних у навчальному посібнику «Екологія автомобільного транспорту» [6], було визначено розрахунковим способом обсяги викидів в атмосферне повітря сполук  $CO_x$  (вуглекислий газ і чадний газ у сумі, або оксиди карбону), шумове навантаження на ділянці автотраси (стандартну акустичну характеристику та акустичну характеристику на довільній відстані). Зведені результати розрахунків викидів та впливу представлені в таблицях 4–6.

Як показує порівняльний аналіз даних таблиці 4, загальна сума викидів в атмосферне повітря сполук  $CO_x$  (оксиди карбону, вуглекислий газ і чадний газ, які, як відомо, є одними з основних парникових газів) до введення карантину коливалася на досліджених ділянках від 12,7 мг/м<sup>3</sup> (вул. Дубнівська) до 20,9 мг/м<sup>3</sup> (вул. Рівненська). Порівняння з нормативом (ГДКс.д. = 10,0 мг/м<sup>3</sup>) показує, що до карантину

відмічалось перевищення за цим показником у всіх п'яти точках спостереження. Найбільше перевищення вмісту сполук  $CO_x$  в автотранспортних викидах фіксувалося для ділянок на вул. Рівненській (на 100 %) та на вул. Львівській (на 80 %).

Таблиця 4

**Розраховані обсяги викидів  
в атмосферне повітря сполук  $CO_x$ , мг/м<sub>3</sub>**

| <i>Ділянка дороги</i> | <i>Період до карантину</i> | <i>2-й тиждень карантину</i> | <i>8-й тиждень карантину</i> |
|-----------------------|----------------------------|------------------------------|------------------------------|
| Рівненська            | 20,9                       | 13,4                         | 13,6                         |
| Дубнівська            | 12,7                       | 11,3                         | 11,1                         |
| Ковельська            | 17,5                       | 12,0                         | 12,1                         |
| Львівська             | 18,4                       | 13,0                         | 13,8                         |
| Володимирська         | 15,0                       | 11,7                         | 12,4                         |

Порівняння показників, отриманих у період 2-го тижня карантину (див. табл. 4), показало, що у зв'язку зі зниженням інтенсивності руху транспорту та зниженням частки вантажних автомобілів, а також практично повною відсутністю автобусів викиди оксидів карбону зменшилися та становили від 11,3 до 13,4 мг/м<sup>3</sup>. Крім зменшення, спостерігається також вирівнювання значення цього показника в усіх п'яти точках спостереження, відмінності незначні. Показник усе ще перевищує нормативний, проте не набагато (на 10–30 %, тоді як до карантину це перевищення могло бути більшим за 100 %). Найбільше перевищення було встановлене на вулицях Рівненській та Львівській.

У період 8-го тижня карантину (його послаблення) викиди сполук  $CO_x$  дещо зросли (на 0,2–0,8 мг/м<sup>3</sup>), проте не на всіх досліджених ділянках, наприклад, на вул. Дубнівській вони навіть зменшилися. Перевищення нормативного показника становило вже від 10 % до 40 %.

Таблиця 5

**Розрахована стандартна акустична характеристика  
на узбіччі траси ( $V_7$ , дБ)**

| <i>Ділянка дороги</i> | <i>Період до карантину</i> | <i>2-й тиждень карантину</i> | <i>8-й тиждень карантину</i> |
|-----------------------|----------------------------|------------------------------|------------------------------|
| Рівненська            | 87,0                       | 78,3                         | 78,3                         |
| Дубнівська            | 83,5                       | 76,0                         | 77,1                         |
| Ковельська            | 85,9                       | 75,9                         | 77,3                         |
| Львівська             | 86,4                       | 77,1                         | 79,5                         |
| Володимирська         | 84,7                       | 76,0                         | 78,1                         |

Порівняльний аналіз показників рівнів шумового забруднення (визначалася стандартна акустична характеристика  $V_7$  – рівень шуму, у дБ), визначеного біля узбіччя автотраси (див. табл. 5), показав, що в докарантинний період рівень автотранспортного шуму на узбіччі основних автомагістралей м. Луцька перевищував допустимі значення для селітебної зони (норматив 55 дБ) на 28–32 дБ. Це досить високі значення перевищення.

У карантинний період показники стандартної акустичної характеристики зменшилися практично на всіх точках на 10 дБ на 2-й тиждень карантину та дещо зросли (на 1–2 дБ) на 8-й тиждень карантину. Отже, під час карантину акустичні характеристики також перевищували нормативи для селітебної зони (55 дБ), проте перевищення не було значним.

Таблиця 6

**Акустична характеристика  
на довільній відстані від траси ( $V_n$ , дБ,  $n = 100$  м)**

| <i>Ділянка дороги</i> | <i>Період до карантину</i> | <i>2-й тиждень карантину</i> | <i>8-й тиждень карантину</i> |
|-----------------------|----------------------------|------------------------------|------------------------------|
| Рівненська            | 45,6                       | 36,9                         | 36,9                         |
| Дубнівська            | 42,1                       | 34,6                         | 35,7                         |
| Ковельська            | 44,5                       | 34,5                         | 35,9                         |
| Львівська             | 45,0                       | 35,7                         | 38,1                         |
| Володимирська         | 43,3                       | 34,6                         | 36,7                         |

Для оцінки впливу автотранспортного шуму на біоту, екосистеми та на людину більш вагоме значення має акустична характеристика на довільній відстані від автотраси  $V_n$  (див. табл. 6), яка визначається для зони житлової забудови, місць, де гуляють жителі міста, паркових зон, скверів тощо. Для уніфікації одержаних результатів ми визначали значення  $V_n$  на відстані 100 м від контрольних точок біля дороги.

Як показує аналіз даних, представлених у таблиці 6, значення акустичної характеристики  $V_n$ , визначеної на відстані 100 м від автомагістралі, у докарантинний період коливалося в межах 42,1–45,6 дБ. Варто зазначити, що норматив для зони житлової забудови становить у денні години 45 дБ, у нічні – 35 дБ. Тобто в більшості точок він був дещо перевищеним або на межі перевищення.

Під час карантинних обмежень акустична характеристика на відстані 100 м зменшилася до показників 34,5–36,9 дБ, тобто навіть у денні години норматив для зони житлової забудови дотримувався на рівні денного (45 дБ), причому із запасом, і навіть на рівні нічного (35 дБ) у всіх точках.

Після послаблення карантинних обмежень ця акустична характеристика зросла, проте перебувала в межах нормативних значень.

На рисунках 1–7 представлені графіки та діаграми, які наочно демонструють виявлені закономірності між зниженням інтенсивності транспортного руху в Луцьку в період карантину та зменшенням забруднення атмосфери шкідливими газами й шумовими полями. Графічне представлення результатів показало, що за зменшення автотрафіку в місті у 2–3 рази негативні наслідки впливу автотранспорту послаблюються набагато повільніше (за оксидами вуглецю – на 60–70 %, за шумовим забрудненням – ще менше, лише на 10–15 %).

Тому необхідне планомірне запровадження сучасних технічних і містобудівних рішень для розв'язання проблем транспортного забруднення, а саме: популяризація електротранспорту, застосування шумозахисних технологій, вертикальне озеленення міста в комбінації з традиційним горизонтальним.



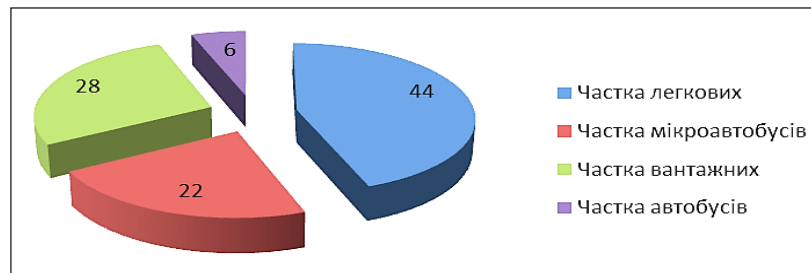


Рис. 1. Структура транспортного потоку (докарантинний період)

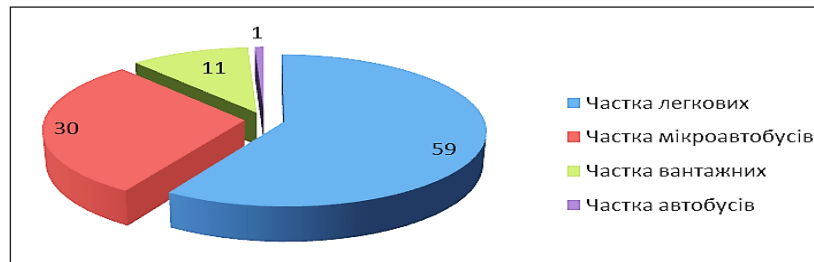


Рис. 2. Структура транспортного потоку (2-й тиждень карантину)

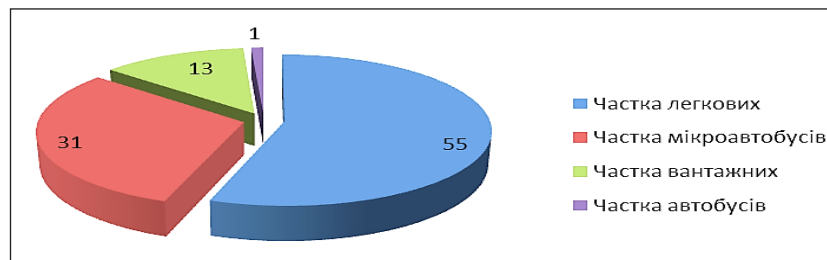


Рис. 3. Структура транспортного потоку (8-й тиждень карантину)

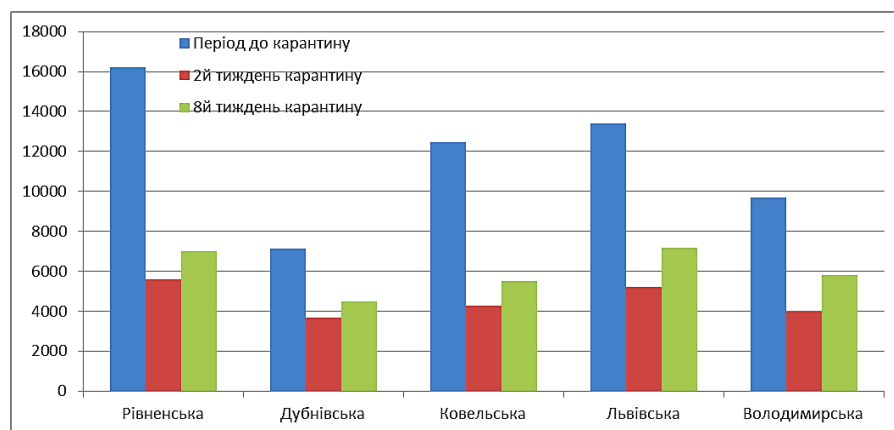


Рис. 4. Загальна динаміка автотрафіку (порівняння періодів)

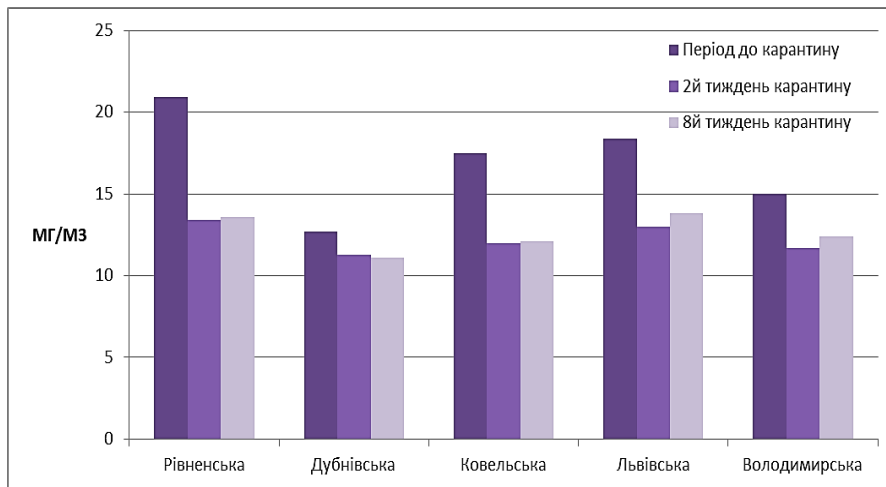


Рис. 5. Концентрація сполук  $CO_x$  (порівняння періодів)

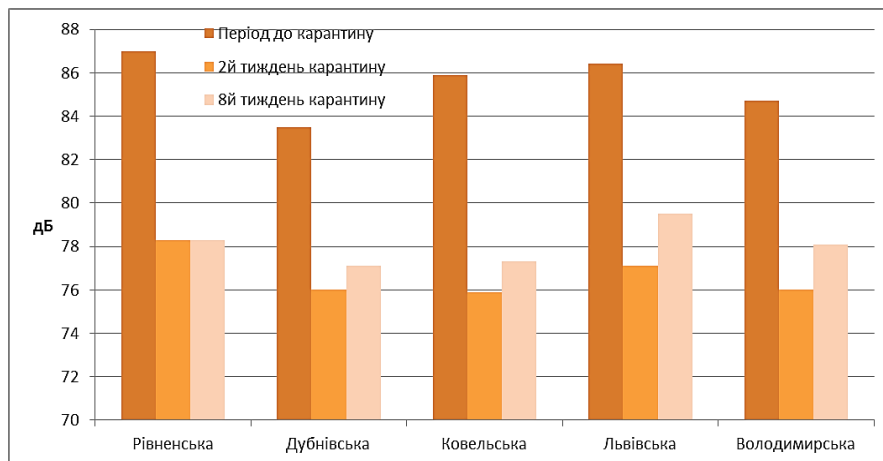


Рис. 6. Стандартна акустична характеристика на узбіччі траси ( $V_7$ , дБ), порівняння періодів

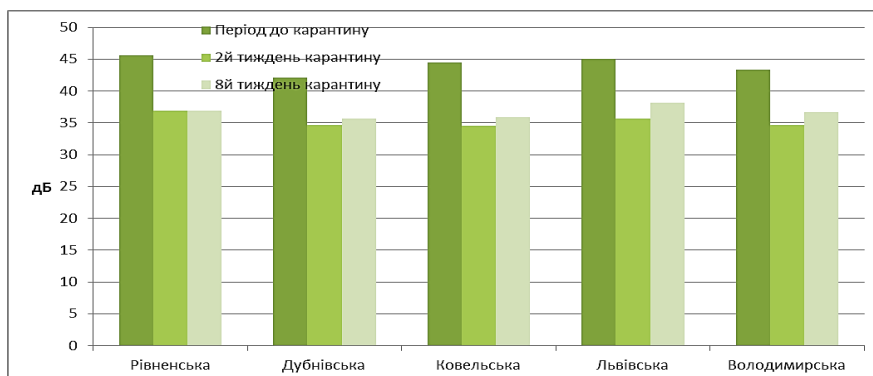


Рис. 7. Акустична характеристика на відстані 100 м від автотраси в житлових мікрорайонах ( $V_n$ , дБ), порівняння періодів

**Висновки.** Отже, проведене дослідження дає змогу констатувати, що найбільшого негативного екологічного впливу завдають три основні автомагістралі Луцька – виїзні шляхи до Рівного, Львова, Ковеля (вул. Львівська, Ковельська, Рівненська). Значним цей вплив є також на вул. Володимирській, Дубнівській, Ківерцівській, пр. Волі, пр. Відродження.

Сумарна інтенсивність транспортного руху на основних дорогах була в докарантинний період найбільшою на ділянках шосе, що ведуть на Рівне та Львів (до 16 000 авто/добу), найменше – на Дубно. Володимирська та Ковельська траси приблизно однакові за сумарним навантаженням.

Після запровадження загальнонаціонального карантину навесні 2020 р. інтенсивність автотранспортного руху в Луцьку знизилася майже у 2,5–3 рази, проте на останньому етапі карантину рух транспорту знову поживавився.

Суттєве зниження інтенсивності автотранспортного руху привело також до зниження викидів оксидів карбону в атмосферне повітря. Показники акустичних характеристик (рівень шуму) у зоні житлової забудови встановилися на рівнях, що є нижчими за нормативні.

Проте, як засвідчили розрахунки, у разі зменшення інтенсивності транспортного руху в місті у 2–3 рази послаблення негативних чинників впливу автотранспорту відбувається суттєво повільніше (за оксидами карбону – на 60–70 %, за шумовим забрудненням – ще менше, лише на 10–15 %).

Оскільки після послаблення карантинних заходів автотранспортне навантаження очікувано повернулося до докарантинного рівня, а економічні, соціальні й логістичні потреби м. Луцька потребують подальшого розвитку автотранспортного забезпечення, то оцінка зниження екологічного навантаження внаслідок локдауну не може бути однозначно позитивною.

Для підвищення рівня екологічної безпеки автотранспортних мереж рекомендуємо органам державної влади активно популяризувати альтернативні транспортні технології, насамперед електротранспорт, а також розглянути варіанти встановлення шумозахисних екранів у місті та додаткового горизонтального й вертикального озеленення придорожніх зон. Проєкт вертикального озеленення вулиць Луцька було розроблено окремо.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Жук М. М., Гіць І. І. Зміна вибору способу переміщення під впливом обмежень, пов'язаних з COVID-19. *Проблеми з транспортними потоками і напрямки їх розв'язання* : тези доповідей IV Всеукраїнської науково-теоретичної конференції, м. Львів, 25–26 березня 2021 р. Львів : ТзОВ «ГВС», 2021. С. 90–91.
2. Гірня О. Б., Кобилухо О. Я. Реалії та перспективи пандемії COVID-19 для транспортної логістики. *Молодий вчений*. 2020. № 7 (83). С. 208–214. URL: <https://doi.org/10.32839/2304-5809/2020-7-83-45> (дата звернення: 25.12.2021).
3. Панькевич С. Г., Федонюк М. А., Федонюк В. В. Оцінка надходження у довкілля продуктів зношення автомобільних шин (на прикладі Луцького району). *ЕКОГЕОФОРУМ – 2017. Актуальні проблеми та*

- інновації* : матеріали Міжнародної науково-практичної конференції, м. Івано-Франківськ, 22–25 березня 2017 р. Івано-Франківськ, 2017. С. 73–74.
4. Підсумки роботи транспорту у 2019 році / Державна служба статистики України. 2020. 20 січня. URL: <http://ukrstat.gov.ua/express/expr2020/01/04.pdf> (дата звернення: 25.12.2021).
  5. Солонина Є. Ю. Український транспорт і коронавірус: як впливає карантин на ключову галузь економіки України. *Радіо Свобода*. 2020. 20 березня. URL: <https://www.radiosvoboda.org/a/30498066.html> (дата звернення: 15.01.2022).
  6. Екологія автомобільного транспорту : навчальний посібник / Ю. Ф. Гутаревич, Д. В. Зеркалов, А. Г. Говорун, А. О. Корпач, Л. П. Менжиєвська та ін. Київ : Основа, 2002. 312 с.
  7. Федонюк М. А., Федонюк В. В. Проблеми теплового забруднення селітебних територій: дослідження та моніторинг. *Екологічна безпека та збалансоване ресурсокористування*. 2017. № 1 (15). С. 231–239. URL: <http://elar.nung.edu.ua/handle/123456789/5308> (дата звернення: 25.12.2021).
  8. Fedoniuk M. A., Fedoniuk V. V., Ivantsiv V. V. Possibilities for improvement of environmental monitoring of precipitation in the city (a case of Lutsk). *Вісник Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна. Серія «Геологія. Географія. Екологія»*. 2019. Вип. 50. С. 210–219.
  9. Федонюк В. В., Іванців О. В., Турко С. В. Студентський проект моніторингу екологічного стану повітря у м. Луцьку. *Екологія, природокористування та охорона навколишнього середовища: прикладні аспекти* : матеріали Всеукраїнської науково-практичної заочної конференції студентів, аспірантів та молодих учених, м. Маріуполь, 29 травня 2020 р. / за заг. ред. Г. О. Черніченка. Маріуполь : МДУ, 2020. С. 138–140.

#### REFERENCES

1. Zhuk, M. M., & Hits, I. I., (2021). Changing the choice of movement method due to COVID-19 restrictions [Zmina vyboru sposobu peremishchennia pid vplyvom obmezhen, poviazanykh z COVID-19]. *Problemy z transportnyu potokamy i napriamy yikh rozv'iazannia: tezy dopovidei IV Vseukrainskoi naukovo-teoretychnoi konferentsii – Problems with traffic flows and directions of their solution: abstracts of the IV All-Ukrainian scientific-theoretical conference* (Lviv, March 25–26, 2021). Lviv : TzOV “HVS”, pp. 90–91. [in Ukrainian]
2. Hirna, O. B., & Kobylukh, O. Ya. (2020). Realities and prospects of the COVID-19 pandemic for transport logistics [Realii ta perspektyvy pandemii COVID-19 dlia transportnoi lohistyky]. *Molodyi vchenyi – Young scientist*, no. 7 (83), pp. 208–214. Retrieved from: <https://doi.org/10.32839/2304-5809/2020-7-83-45> [in Ukrainian]

3. Pankevych, S. H., Fedoniuk, M. A., & Fedoniuk, V. V. (2017). Assessment of the entry into the environment of wear products of car tires (on the example of Lutsk district) [Otsinka nadkhodzhennia u dovkillia produktiv znoshennia avtomobilnykh shyn (na prykladi Lutskoho raionu)]. *EKOHEOFORUM – 2017. Aktualni probemy ta innovatsii: materialy Mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi konferentsii – ECOGEOFORUM – 2017. Current issues and innovations: materials of the International Scientific and Practical Conference* (Ivano-Frankivsk, March 22–25, 2017). Ivano-Frankivsk, pp. 73–74. [in Ukrainian]
4. State Statistics Service of Ukraine (2020). Results of transport in 2019 [Pidsumky roboty transportu u 2019 rotsi]. Retrieved from: <http://ukrstat.gov.ua/express/expr2020/01/04.pdf> [in Ukrainian]
5. Solonyna Ye. Yu. (2020). Ukrainian transport and coronavirus: how quarantine affects a key sector of Ukraine's economy [Ukrainskyi transport i koronavirus: yak vplyvaie karantyn na kliuchovu haluz ekonomiky Ukrainy]. *Radio Svoboda – Radio Liberty*. Retrieved from: <https://www.radiosvoboda.org/a/30498066.html> [in Ukrainian]
6. Hutarevych, Yu. F., Zerkalov, D. V., Hovorun, A. H., Korpach, A. O., Menzhyievska, L. P. et al. (2002). Ecology of road transport: tutorial [Ekolohiia avtomobilnoho transportu: navchalnyi posibnyk]. Kyiv : Osnova. [in Ukrainian]
7. Fedoniuk, M. A., & Fedoniuk, V. V. (2017). Problems of thermal pollution of residential areas: research and monitoring [Problemy teplovoho zabrudnennia selitebnykh terytorii: doslidzhennia ta monitorynh]. *Ekolohichna bezpeka ta zbalansovane resursokorystuvannia – Environmental security and balanced resource use*, no. 1 (15), pp. 231–239. Retrieved from: <http://elar.nung.edu.ua/handle/123456789/530> [in Ukrainian]
8. Fedoniuk, M. A., Fedoniuk, V. V., & Ivantsiv, V. V. (2019). Possibilities for improvement of environmental monitoring of precipitation in the city (a case of Lutsk). *Visnyk Kharkivskoho natsionalnoho universytetu imeni V. N. Karazina. Serii "Heolohiia. Heohrafiia. Ekolohiia" – Bulletin of Kharkiv National University named after VN Karazina. Series "Geology. Geography. Ecology"*, iss. 50, pp. 210–219. [in English]
9. Fedoniuk, V. V., Ivantsiv, O. V., & Turko, S. V. (2020). Student project of monitoring the ecological state of the air in Lutsk [Studentskyi proekt monitorynhu ekolohichnoho stanu povitria u m. Lutsku]. *Ekolohiia, pryrodokorystuvannia ta okhrona navkolyshnoho seredovyscha: prykladni aspekty: materialy Vseukrainskoi naukovo-praktychnoi zaochnoi konferentsii studentiv, aspirantiv ta molodykh uchenykh – Ecology, nature management and environmental protection: applied aspects: materials of the All-Ukrainian scientific-practical correspondence conference of students, graduate students and young scientists* (Mariupol, May 29, 2020) / ed. by H. O. Chernichenko. Mariupol : MDU, pp. 138–140. [in Ukrainian]