

МЕТОДИ РОЗВАНТАЖЕННЯ ВУЛИЧНО-ДОРОЖНІХ МЕРЕЖ

METHODS OF UNLOADING STREET AND ROAD NETWORKS



Довгополюк Людмила Олексіївна, кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри системного проектування об'єктів транспортної інфраструктури та геодезії, Національний транспортний університет, Київ, Україна, e-mail: _katze_@ukr.net, тел.: +380972251807,

<https://orcid.org/0000-0002-3401-8466>



Хом'як Анна Ярославівна, кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри системного проектування об'єктів транспортної інфраструктури та геодезії, Національний транспортний університет, Київ, Україна, e-mail: akhomjak@gmail.com, тел.: +380673990164,

<https://orcid.org/0000-0002-2483-8153>

Анотація. Вулично-дорожня мережа міста – один з найбільш стабільних його елементів, тому повинна бути розрахована на дуже тривалий період використання без істотних перебудов, що обходяться надто дорого. Вулиці й дороги утворюють на плані міста мережу наземних шляхів сполучення.

Сучасний міський рух ставить перед архітекторами, будівельниками доріг і працівниками транспорту завдання, від вирішення яких залежать не тільки характеристики роботи міського транспорту, але і розвиток самого міста. Саме тому в сучасному містобудуванні новий напрямок у розробці й оцінці транспортних якостей планування міста одержав назву транспортного планування міст. Цей напрямок охоплює комплекс транспортних, будівельних і природоохоронних заходів. Їх мета – створення раціональної структури вулично-дорожньої мережі, яка щонайкраще вирішує проблему транспортного обслуговування населення міста.

Сучасні міста потерпають від перевантаження вулично-дорожніх мереж транспортними потоками. Рівень автомобілізації стрімко збільшується, користуватися ж індивідуальними автомобілями у містах стає все складніше – час витрачається у заторах, паркування ускладнено, паркувальні місця обмежені, зростає аварійність. Погіршується екологічна ситуація, загазованість та транспортний шум негативно впливають на стан здоров'я мешканців міст.

Проаналізовані методи, які дозволяють розвантажити вулично-дорожню мережу, зробити транспортних рух безпечнішим, зручнішим як для водіїв, так і для пішоходів, а міське середовище – комфортнішим для мешканців. Вивчалось питання ефективності застосування системи «Carpool» – виділення спеціальної смуги руху заповнених пасажирами легкових автомобілів. При карпулінгу (райдшерінгу) витрати на паливо розподіляються пропорційно і вибирається оптимальний маршрут

поїздки для всіх учасників без значних відхилень від основного маршруту водія (власника автомобіля), на відміну від таксі, при використанні якого витрати оплачує пасажир, а напрямок поїздки не обмежується водієм та автостопом, де за фактом платить лише водій, який слідує строго за своїм маршрутом.

Ключові слова: вулично-дорожня мережа, автомобілізація, транспортних потік, пропускна здатність, інтенсивність руху, транспортні магістралі, затори, аварійність, паркування, система «Carpool», велосипедний рух, пішохідна зона, смуга руху, коефіцієнт рівня завантаженості рухом, забруднення повітря, транспортний шум.

Вступ. Хто не мріє жити у місті, де все для людей – можна вільно та безпечно рухатися на транспорті, не втрачаючи час у заторах, дихати чистим повітрям, широко користуватися велосипедом, на тротуарі відчувати себе спокійно та комфортно, а не долати перешкоди у вигляді припаркованих автомобілів...

Міста заповнили машини, і цей процес є незворотнім, оскільки кількість автомобілів зменшуватися не буде – все ширші верстви населення мають індивідуальний автомобіль, вже й по декілька на родину. Пропускна здатність існуючих вулично-дорожніх мереж вичерпується, виникають затори, які зумовлюють тривалі затримки, непередбачені витрати часу на поїздку та високий рівень забруднення довкілля.

Викиди шкідливих речовин при русі транспортних потоків є у містах основним джерелом забруднення. Транспортний шум дошкуляє мешканцям міста, викликаючи як роздратування так і патологічні зміни органів слуху [1].

Затори накладають й великі витрати на економіку та суспільство.

Одним з найбільш негативних наслідків стрімкого зростання рівня автомобілізації є аварійність. Щорічно в дорожньо-транспортних подіях (ДТП) гинуть чи стають інвалідами тисячі людей. Найбільш частими причинами ДТП є перевищення швидкості, недотримання дистанції водіями, недотримання черговості проїзду, користування мобільним телефоном під час руху, неуважність і водіння в нетверезому стані.

В умовах щільних транспортних потоків із стійкою тенденцією до подальшого зростання рівня автомобілізації актуальним питанням є оптимізація часу проїзду.

Визначення та вибір методів розвантаження вулично-дорожніх мереж, упорядкування транспортного руху, який має бути безпечним, комфортним, екологічним та економічним є актуальним питанням сьогодення, що потребує вирішення.

Матеріали та методи. Міста для людей передбачають створення зручної транспортної інфраструктури із збереженням архітектурного середовища, рекреаційних зон при повному забезпеченні економічних та соціальних потреб. Тож виникає потреба проаналізувати можливості й надати рекомендації щодо упорядкування руху транспортних потоків в умовах невідворотності постійного збільшення кількості автомобілів у містах.

Метою роботи є підвищення пропускної здатності вулично-дорожніх мереж. Можливими є два шляхи.

Перший – постійного будівництва із розширенням транспортних магістралей, спорудженням багаторівневих розв'язок тощо. Але, як засвідчує досвід, це не завжди є ефективним: будівництво є розтягненим у часі, а кількість автомобілів й надалі збільшується і через певний період вичерпує передбачувану при проектуванні пропускну здатність. Проводити будівництво в умовах вже сформованого містобудівного середовища також не просто. Вартість будівельних робіт висока та й має тенденцію до подальшого зростання.

Інший шлях – розвантаження міста від автомобілів, зокрема його центральної частини, переважно де в старих містах зосереджені пам'ятки історії та архітектури. Обмеження руху для автомобілів є дієвим методом, який ефективно застосовується у багатьох містах Європи [2]. Для цього має бути влаштована мережа паркувальних майданчиків, зокрема, перехоплюючих на в'їздах до міста із оптимальною, економічно обґрунтованою вартістю паркування. Необхідна налагоджена робота

громадського транспорту із достатньою кількістю рухомого складу та дотриманням визначеного графіку роботи. Непопулярний метод високої ціни паркування у центральній частині міст також сприяє розвантаженню вулично-дорожньої мережі від індивідуальних автомобілів. Ефективними є багаторівневі паркінги, спорудження яких потребує значних матеріальних витрат.

Виклад основного матеріалу. Підвищення пропускної здатності вулично-дорожніх мереж досягається також методами організації руху – влаштуванням одностороннього руху, збільшенням відстаней між лівими поворотами, виділенням окремих смуг для громадського транспорту, для автомобілів, що рухаються у режимі «Carpool».

Потреба у гнучкому, зручному, чистому та загальнодоступному рішенні для поїздок всередині міста може вирішуватися використанням велосипедів як транспортних засобів. Створення відповідної інфраструктури для організації велосипедного руху сприяє як розвантаженості вулиць від машин, так і поліпшенню екологічної ситуації у містах.

Підвищенню комфортності та екологічної безпеки сприяє також влаштування пішохідних зон – при цьому має бути ретельно переглянута схема організації руху на паралельних вулицях, на які будуть переміщуватися транспортні потоки, оскільки там не мають погіршитися параметри впливу транспортного руху. Мешканці прилеглих вулиць не мусять потерпати від підвищення рівнів шуму та загазованості при надмірному транспортному навантаженні.

Вирішення питання розвантаженості вулично-дорожніх мереж потребує комплексного підходу, який ґрунтувався б як на методах покращення дорожніх умов шляхом будівництва чи реконструкції, так і організації руху та оптимізації транспортної інфраструктури по його обслуговуванню, враховуючи інтереси всіх мешканців міст – автомобілістів, пішоходів, велосипедистів.

Насправді популярним карпулінг став уже в наші дні. Сучасні засоби зв'язку та технології просунули послугу на кардинально новий рівень. Спеціальні програми для гаджетів моментально знаходять автомобіль та надають інформацію про можливих попутників. Найвідомішим сервісом карпулінгу в Україні можна назвати BlaBlaCar.

Розумне використання автомобіля, таке як каршеринг та карпулінг, також є важливою частиною плану для перемоги у протидії глобальному потеплінню. [7].

Сучасне суспільство, в більшості, ставиться до індивідуального автомобіля утилітарно: це справді зручний та швидкий засіб пересування, і аж ніякий не статусний символ.

Однак, поки в нас ще живе сприйняття власної машини як символу розкоші – доти ми забиватимемо вулиці й двори автівками. Одночасно ми мучитимемось з пошуком місця для паркування та стоятимемо у дорожніх заторах і поступово усвідомлюватимемо, що власний автомобіль – це у межах міста не завжди швидше та зручніше.

Середньоукраїнський показник становить 148 автомобілів на 1 000 осіб. У Києві цей показник дорівнює 213 авто на 1 000 жителів. До слова, раніше фахівці називали значно більшу цифру – 353 автомобілі на тисячу чоловік, однак вона була зумовлена фактично зареєстрованими автомобілями, які вже практично не виїжджали на дороги.

Показово, що рівень автомобілізації Гонконгу становить 59 автомобілів на 1 000 жителів, Стамбула – 139, Нью-Йорка – 209, Берліна – 317, Лондона – 345, Сан-Паулу – 368 автомобілів на 1 000 жителів. Цікаво, що низька, порівняно з іншими столицями, цифра автомобілізації Гонконгу зумовлена потужним і ефективним громадським транспортом. Мешканці міста можуть дістатись будь-куди в межах міста швидко, вчасно і за помірні кошти. Таким чином вони не витрачають коштів на придбання та утримання власного авто, але цілком задовольняють свою потребу у пересуванні містом.

Про те, що не обов'язково мати власне авто, аби комфортно пересуватись містом і за його межами, почали говорити все частіше. Альтернативи – це карпулінг, райдшеринг та каршеринг. За незрозумілими словами стоять цілком звичні вже тенденції.

Карпулінг – це коли водій підвозить знайомих чи попутників, прямуючи звичним маршрутом і розділяючи витрати на паливе з ними.

Райдшеринг – це той самий карпулінг, тільки у міжміському масштабі.

Аналогів каршерингу – спільному користуванню автомобілем, – в Україні ще немає. Дуже

часто новомодним словом називають короткостроковий прокат авто.

В класичному варіанті каршеринг представляє володіння автомобілем разом з іншою людиною або людьми, тобто володіння часткою авто з правом користуватися. З юридичної точки зору, зазвичай є один власник, який дає змогу іншим людям за певну оплату користуватись своїм автомобілем у період, коли авто йому не потрібне.

Модель каршерингу покликана швидко та зручно задовольнити традиційну потребу людини пересуватись з одного місця в інше, а також дозволяє економити власні кошти за рахунок зменшення витрат на одноосібне володіння авто. Це складова економіки спільного користування, яка стає все більш популярною в Європі та США. Тобто людина купує дороге авто і витрачає кошти на його експлуатацію – паливе, деталі, парковки, гараж тощо. А використовує його лише відсотків 10-15 часу доби. Решту часу автомобіль займає місце на вулицях, загороджуючи міський простір.

Тож логічно є думка, що цей час, поки, наприклад, офісний працівник відпрацьовує свої вісім годин за комп'ютером, тією ж автівкою могли б користатись інші люди, оплачуючи це користування.

Дослідження, проведене на замовлення одного з каршерингових об'єднань Німеччини показує, що на сьогодні приватний автопарк німців зменшився на 61,9 %. 41 % опитаних користувачів каршерингу вказують, що вони використовують автомобіль сьогодні менше, ніж до залучення до політики спільного користування автомобілем. 15 % почали більше їздити на велосипеді, 19 % опитуваних частіше їздити автобусами і поїздами.

Каршеринг звільнив вулиці. Одне авто, що знаходиться у спільному доступі, замінює 8-20 автомобілів. У вимірі зайнятого місця для паркування це 36-99 метрів.

Прихильники каршерингу зауважують, що вивільнені від паркомісць землі можна використати для розбудови громадського простору, велосипедних доріжок та інших ідей, які зроблять місто екологічнішим та комфортнішим [11].

Одним із заходів організації руху є організація смуги «carpool» – (англ. *high-occupancy vehicle lane* або *HOV lan*) – смуги для транспортних засобів із високим рівнем заповнення пасажирами [3]. Такі смуги відділяються на проїзній частині дорожньою розміткою (можливо бар'єром) (рис.1) й дозволяють зменшити інтенсивність руху при тій самій чи й вищій кількості перевезених осіб. Основна філософія – змінити акцент у призначенні магістралей: не для переміщення транспортних засобів, а для переміщення людей [4].

Впровадження системи «Carpool» не вимагатиме значних витрат, оскільки може бути забезпечене лише засобами організації руху – розміткою, дорожніми знаками.

На деяких маршрутах можна розглядати й спільне використання виділених смуг як громадським транспортом, так і учасниками руху «Carpool». При цьому, звичайно, швидкості руху для учасників руху «Carpool» муситимуть підпорядкуватися швидкостям громадського транспорту. Але це видається кращим, ніж стояти у заторах при русі у загальному потоці в години «пік».

Значну частку автомобілів у транспортних потоках міста займають автомобілі, на яких приїждять на роботу мешканці приміських зон. Тож досліджувати можливість впровадження системи «Carpool», доцільно, перш за все, на магістралях, по яких відбувається рух автомобілів, що в'їжджають до міста або на шляхах від спальних районів до промислових зон, центральних районів міст, містоутворюючих організацій та підприємств, куди прямують стабільні та визначені у часі пасажиропотоки із трудовою метою.



Рисунок 1 – Смуга «Carpool» на автомагістралі Місисага, (Онтаріо, США)
Figure 1 – Carpool lane on the Mississauga Freeway, (Ontario, USA)

Систему «Carpool» доцільно впроваджувати за наявності як мінімум трьох смуг руху в одному напрямку, оскільки при цьому не можна завадити руху інших видів транспорту, зокрема – громадського.

Переваги системи «Carpool» в наступному: учасники отримують вигравш у ціні. Використання лише однієї машини замість декількох зберігає витрати на паливе, ремонт, паркування; дороги стають вільнішими, зменшується ймовірність дорожніх заторів; зменшуються викиди шкідливих газів; пасажиром вдається уникнути стресу і навантаження від керування транспортним засобом у години «пік», учасники «Carpool» можуть по черзі брати на себе роль водія; на автомагістралях виділяються окремі смуги для машин з пасажирами. Можуть бути організовані й спеціальні місця на паркувальних майданчиках; програми «динамічного пошуку» дозволяють знаходити попутників (і водіїв) дуже швидко і автоматично.

До недоліків системи «Carpool» можна віднести те, що водіям інколи доводиться заїжджати за пасажирами, а значить, і подовжити свій час у дорозі, крім того, водії відповідають за затримку у випадку аварії.

Була здійснена спроба проаналізувати можливості та ефективність виділення смуг «Carpool» у м Києві. Спостереження за рухом існуючих транспортних потоків проводилося на одній із магістралей, по якій відбувається рух від приміської зони до районів міста, після чого моделювалася ситуація виділення смуги руху для завантажених легкових автомобілів.

Ділянка спостереження мала по чотири смуги руху у кожному з напрямків. Натурні обстеження руху транспортних потоків проводилися в середні дні тижня у години «пік», Визначалися інтенсивності руху по смугах, склад транспортного потоку та швидкості руху. На основі досліджень визначалися пропускні здатності та максимальні інтенсивності за визначених швидкостей як дороги в цілому, так і окремих смуг руху, відповідні їх коефіцієнти завантаженості та рівні зручності [5, 6].

Перша смуга на досліджуваній ділянці була зайнята припаркованими автомобілями, тож рух був відсутнім. Приведена інтенсивність руху в одному напрямі наближалась до 3 000 авт./год. Склад транспортного потоку наведений у табл. 1.

Таблиця 1 – Склад транспортного потоку по смугах руху

Table 1 – Composition of traffic flow by traffic lanes

Склад транспортного потоку, %	Друга смуга	Третя смуга	Четверта смуга (крайня ліва)
Легкові автомобілі	79	91	99
Вантажні автомобілі	3	1	0,2
Автобуси	2	1	0,3
Маршрутне таксі	16	7	0,5
Всього	100	100	100

Аналіз пропускної здатності та характеристик руху показав, що коефіцієнт рівня завантаженості рухом наближався до 0,9, тобто, спостерігався колонний рух.

При визначенні ефективності виділення окремої смуги для руху заповнених легкових автомобілів моделювалася ситуація, при якій крайня ліва смуга виділялася під рух «Carpool». За умови, що в одному автомобілі буде їхати декілька пасажирів, кількість легкових автомобілів мала скоротитися. Переважно це автомобілі, що належать до «внутрішнього транзиту», тобто, транзитного руху між районами міста – це легкові автомобілі, які рухаються по 4-й, крайній лівій смузі і, частково, по 3-й смузі. Праві смуги займають транспортні засоби місцевого значення та громадський транспорт.

Застосування смуги «Carpool» теоретично зменшило інтенсивність руху на крайній лівій смузі на 40 %, при цьому інтенсивність руху на інших смугах суттєво не змінилися (сюди переміщалися не заповнені легкові автомобілі). Рівень завантаженості смуг руху, що не задіяні для «Carpool», склав 0,78-0,8, на самій смузі – до 0,7 (до виділення смуги перевищував 0,7). Щільність руху на інших смугах суттєво не змінюється, оскільки вантажний та місцевий транспорт при русі на автомагістралях займають праві смуги, лівіше ж розміщуються легкові потоки, до зменшення інтенсивності на яких і призводить введення системи «Carpool».

При введенні смуги «Carpool», зменшується час руху за рахунок того, що не буде вимушених затримок при заторах та підвищується середня швидкість руху транспортного потоку. Покращується економічна складова руху – знижуються транспортні витрати. Витрати ж на введення в дію системи «Carpool» не вимагатимуть значних коштів, оскільки складатимуться із витрат лише на нанесення спеціальної розмітки та встановлення відповідних дорожніх знаків. Точніше про ефективність можна говорити для кожного конкретного випадку.

В нашому випадку характеристики руху покращуються від нестійкого, колонного до стабільного, обгони на середніх смугах можуть бути ускладненими.

При проведенні екологічного аналізу враховувався тип двигунів транспортних засобів. Істотний обсяг у складі відпрацьованих газів двигунів займають токсичні гази: окис вуглецю, вуглеводні, окиси азоту, з'єднання сірки [8]. Розрахунок базувався на поетапному визначенні викидів відпрацьованих газів, концентрації забруднення повітря цими газами на різній відстані від дороги і порівнянні отриманих даних з гранично допустимими концентраціями (ГДК) цих речовин у повітряному середовищі. При розрахунку викидів враховувались типи транспортних засобів і конкретні дорожні умови руху транспортних потоків.

Концентрація забруднень атмосферного повітря окисом вуглецю, вуглеводнями, окисами азоту, з'єднаннями сірки вздовж дороги визначалася за формулою (1):

$$C = \frac{2q}{\sqrt{2\pi} \cdot \sigma \cdot v \cdot \sin\varphi} + F, \quad (1)$$

де C – концентрація даного виду забруднення в повітрі, $\text{г}/\text{м}^3$;
 σ – стандартне відхилення Гауссового розсіювання у вертикальному напрямку, м;
 v – швидкість вітру, що переважає в розрахунковий місяць літнього періоду, м/с;
 φ – кут між напрямком вітру до траси дороги;
 F – фонові концентрації забруднення повітря, $\text{г}/\text{м}^3$.

Забруднення повітря вуглеводнями перевищувало гранично-допустимі концентрації (ГДК) на відстані 50 м від проїзної частини, вуглецем – 150 м, інші складові викидів при даному транспортному потоці не були відчутними. За умови, що системою «Carpool» скористається 10 % власників легкових автомобілів, теоретично ці відстані можна зменшити відповідно до 40 м й 120 м. Якщо система буде прийнята водіями як ефективна і бажаних виявиться більше, можна суттєво зменшити відстані розповсюдження шкідливих викидів, що є особливо важливим у містах, в умовах забудови.

Висновки та рекомендації. Впровадження системи «Carpool» може застосовуватися з метою підвищення пропускної здатності транспортних магістралей, сприятиме покращенню умов руху. В результаті такого заходу можуть зменшуватися затори, знизиться аварійність, зменшуватиметься час руху; підвищиться швидкість; знизиться потреба у паркувальних місцях, також покращуватиметься ситуація із забрудненням повітря та рівнями шуму.

Перелік посилань

1. Самойлюк Е.П. Боротьба з шумом в населених містах / Е.П. Самойлюк, В.І. Денисенко, А.П. Пилипенко. – К. : Вид-во «Будівельник», 1981. – 236 с.
2. Хом'як А.Я., Дзюба П.П. Щодо створення інфраструктури для велосипедного руху - 36. «Автомобільні дороги і дорожнє будівництво», вип. 102 - К.: НТУ, 2018, с. 11-20.
3. <https://en.wikipedia.org/wiki/Carpool>
4. https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%BC%D1%83%D0%B3%D0%B0_HOV
5. Я.В. Хомяк . Організація дорожнього руху – К. : Вища школа, 1986 – 271 с.
6. В.П. Поліщук, О.П. Дзюба. Теорія транспортного потоку – К.: Знання України, 2008 – 175 с.
7. Що таке карпулінг? URL: <https://jak.bono.odessa.ua/articles/karpuling-shho-ce-i-jak-koristuvatisja.php> (дата звернення: 26.06.2023)
8. Вплив транспорту на навколишнє середовище. URL: <https://naurok.com.ua/prezentaciya-vpliv-transportu-na-navkolishne-seredovishe-103609.html> (дата звернення 26.06.2023)
9. Екологічні проблеми транспортної галузі. URL: <http://surl.li/cyncf> (дата звернення 26.06.2023).
10. Вулично-дорожня мережа міст. URL: <http://surl.li/imitw> (дата звернення 26.06.2023).
11. Каршеринг: чи бути в Україні спільному користуванню автомобілів? URL: <https://life.pravda.com.ua/society/2016/09/12/217764> (дата звернення 27.06.2023)

METHODS OF UNLOADING STREET AND ROAD NETWORKS

Dovgopolyuk Lyudmyla O., PhD (Candidate of Technical Science), Associate Professor, Associate Professor of the department of system design of transport infrastructure objects and geodesy, National Transport University, Kyiv, Ukraine, e-mail: katz@ukr.net, tel. + 38097225-18-07, <https://orcid.org/0000-0002-3401-8466>.

Khomiak Anna Ya., PhD (Candidate of Technical Science), Associate Professor, Associate Professor of the department of system design of transport infrastructure objects and geodesy, National Transport University, Kyiv, Ukraine, akhomjak@gmail.com, +380673990164, orcid.org/0000-0002-2483-8153

Summary. Modern cities suffer from overloading of street and road networks with traffic flows. The level of motorization is rapidly increasing, but it is becoming increasingly difficult to use individual cars in

cities - time is spent in traffic jams, parking is difficult, parking spaces are limited, and accidents are increasing. The environmental situation is worsening, pollution and traffic noise have a negative impact on the health of city residents.

Analyzed methods that make it possible to relieve the street and road network, make traffic safer and more convenient for both drivers and pedestrians, and the urban environment more comfortable for residents. The question of the effectiveness of the "Carpool" system - the allocation of a special traffic lane for cars filled with passengers - was studied. With carpooling (ridesharing), fuel costs are distributed proportionally and the optimal route for all trip participants is chosen without significant deviations from the main route of the driver (car owner), in contrast to a taxi, when using which costs are paid by the passenger, and the direction of the trip is not limited to the driver and the hitchhiker, where only the driver who strictly follows his route pays.

Key words: street and road network, motorization, traffic flows, capacity, traffic intensity, transport highways, traffic jams, accidents, parking, Sarpool system, bicycle traffic, pedestrian zone, traffic lane, traffic load factor, air pollution, traffic noise.

References

1. Samoiluk E.P. Fight against noise in populated cities / E.P. Samoiluk, V.I. Denisenko, A.P. Pylypenko. - K.: Budivelnyk Publishing House, 1981. - 236 p.
2. Khomyak A.Ya., Dzyuba P.P. Regarding the creation of infrastructure for bicycle traffic - Coll. "Automotive roads and road construction", vol. 102 - K.: NTU, 2018, p. 11-20.
3. <https://en.wikipedia.org/wiki/Carpool>
4. https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%BC%D1%83%D0%B3%D0%B0_HOV
5. Ya.V. Hamster. Traffic organization - K.: Higher school, 1986 - 271 p.
6. V.P. Polishchuk, O.P. Beak Theory of transport flow - K.: Knowledge of Ukraine, 2008 - 175 p.
7. What is carpooling? URL: <https://jak.bono.odessa.ua/articles/karpuling-shho-ce-i-jak-koristuvatisja.php> (access date: 06/26/2023)
8. Impact of transport on the environment. URL: <https://naurok.com.ua/prezentaciya-vpliv-transportu-na-navkolishne-seredovische-103609.html> (date of application 06/26/2023)
9. Environmental problems of the transport industry. URL: <http://surl.li/cyncf> (access date 06/26/2023).
10. Street and road network of cities. URL: <http://surl.li/imitw> (access date 06/26/2023).
11. Car sharing: should cars be shared in Ukraine? URL: <https://life.pravda.com.ua/society/2016/09/12/217764> (date of application 06/27/2023)