

ВПЛИВ АВТОМОБІЛЬНОГО ТРАНСПОРТУ НА ЗАБРУДНЕННЯ ЗЕМЕЛЬНИХ РЕСУРСІВ

© Перович Л.М., Ванчура Р., 2010

Проанализировано влияние автомобильного транспорта на загрязнение земельных участков. Рассмотрены расчеты уровня транспортного шума, способы применения комплекса шумозащитных мероприятий и оценка их эффективности, проанализирован характер и структура использования земельных ресурсов в охранных зонах автодорог.

In the article the analysis of the impact of road transport pollution of land. A calculation of transport-level noise, complex measures of noise control measures and assessing their effectiveness, the character and structure of land use in protected zones of highways.

Постановка проблеми. В Українській державі на сучасному етапі відбувається інтеграція вітчизняної транспортної інфраструктури в європейську, що створює умови прогресивного розвитку країни, зміцнення економічної безпеки держави, підвищення конкурентоспроможності транспортної мережі для збільшення транзитних перевезень і розвитку туризму. Саме тому особливу увагу треба звертати на комплексні заходи щодо усунення шкідливих впливів автотранспортними засобами на навколишнє середовище, а також найефективніше та найбезпечніше використання земельних ділянок в зонах викидів шкідливих речовин.

Зв'язок із важливими науковими і практичними завданнями. Охорону навколишнього природного середовища, раціональне використання природних ресурсів, забезпечення екологічної безпеки життєдіяльності людини регулює закон України “Про охорону навколишнього природного середовища”, програма побудови національної екологічної мережі, закон України “Про охорону атмосферного повітря”, закон України “Про охорону земель”.

Аналіз останніх досліджень та публікацій з цієї проблеми. В Україні оцінки впливу на навколишнє природне середовище (ОВНС) почали розробляти лише з 1990 року на нормативній базі СРСР, яка істотно відрізнялась від міжнародної.

Закон України “Про охорону атмосферного повітря” виділяє пересувні джерела викидів в окрему групу і вимагає розроблення комплексних заходів щодо усунення їх шкідливих впливів. Нині є методика розрахунку викидів забруднень пересувними транспортними засобами, в якій розглянуто найвагоміші методики розрахунків рівнів хімічного забруднення та транспортного шуму, а також застосування комплексу газо- і шумозахисних заходів. В праці висвітлено низку принципово нових і нетрадиційних положень, щодо оцінки забруднення ґрунтів та атмосферного повітря та дослідження щодо раціонального використання примігистральної території [3].

Невирішені частини загальної проблеми. Сьогодні в Україні недостатньо з'ясовані деякі питання, а саме: під час будівництва та експлуатації автомобільних доріг необхідно визначити оптимальні розміри захисних зон та їх використання.

Постановка завдання. Розглянути найвідоміші методики розрахунків рівня транспортного шуму, визначити засоби застосування комплексу шумозахисних заходів та оцінки їх ефективності, проаналізувати характер та структуру використання земельних ресурсів в охоронних зонах автодоріг, розробити шляхи ефективного використання та охорони землі в цих зонах.

Класифікація автомобільних доріг. Автомобільні дороги загального користування згідно із Законом України “Про автомобільні дороги” [5] поділяються на дороги державного та місцевого

значення, автомобільні дороги державного значення – на міжнародні, національні та регіональні. Автомобільні дороги місцевого значення поділяються на територіальні, обласні та районні.

Технічна класифікація автомобільних доріг за категоріями залежно від розрахункової середньорічної добової перспективної інтенсивності руху наведена у табл. 1 [4].

Таблиця 1

Технічна класифікація автомобільних доріг

Категорія	Розрахункова перспективна інтенсивність руху	
	у транспортних одиницях	у приведених до легкового автомобіля
Ia	понад 10 000	понад 14 000
Iб	понад 10 000	понад 14 000
II	від 3 000 до 10 000	від 5 000 до 14 000
III	від 1 000 до 3 000	від 2 500 до 5 000
IV	від 150 до 1 000	від 300 до 2 500
V	до 150	до 300

Категорії негативних впливів на атмосферне повітря та ґрунти пересувних транспортних засобів

Усі види сучасного транспорту завдають великої шкоди біосфері, але найнебезпечніший для неї автомобільний транспорт. Повітря забруднюють практично всі види сучасного транспорту, кількість якого постійно збільшується у всьому світі. Майже всі складові вихлопних газів автомобілів шкідливі для довкілля, а оксиди азоту до того ж беруть активну участь у створенні фотохімічного смогу. Категорії негативних впливів засобами транспорту деталізовано на рис. 1.



Рис. 1. Категорії негативних впливів засобами транспорту

Орієнтовна оцінка меж зон хімічного забруднення приміагістральної території

Граничні зони впливів автодоріг на довкілля встановлюють на розрахунковий період залежно від екологічної класифікації дорожніх об'єктів, яка, своєю чергою, визначається відповідно до технічної класифікації автодоріг, що залежить від розрахункової інтенсивності руху [4].

Орієнтовні розміри зон впливів автодоріг на довкілля залежать від їхньої екологічної (ЕК) та технічної класифікації.

На рис. 2 наведено основні складові автотранспортних магістралей.

Зона впливу 300–2000 м
Захисна смуга 30–300 м
Резервно-технологічна смуга 12–30 м
Проїзна частина автодороги
Резервно-технологічна смуга 12–30 м
Захисна смуга 30–300 м
Зона впливу 300–2000 м

Рис. 2. Схема автотранспортної магістралі

Резервно-технологічна смуга (РТС) – територія, що прилягає до дороги, в її межах екологічно небезпечно довгострокове перебування людей і земля непридатна для сільськогосподарського користування внаслідок постійного негативного впливу за рахунок перевищення санітарних норм забруднення повітря, ґрунту, водоймищ та повної трансформації ландшафту;

захисна смуга (ЗС) – територія, що прилягає до смуги відведення, в межах якої екологічно небезпечно постійне пересування людей, розміщення будівель і споруд та рекреація через можливий негативний вплив за рахунок перевищення санітарних норм забруднення та виникнення істотних змін природних систем (зсуви, заболочення, ерозія тощо), які неможливо усунути методами рекультивациі;

зона впливу (ЗВ) – територія, де проявляються прямі чи непрямі зміни природних систем внаслідок будівництва та експлуатації доріг [9].

У табл. 2 наведено приклад локальних, місцевих і регіональних зон впливу на стан повітряного середовища [3].

Таблиця 2

Локальні, місцеві і регіональні зони

Об'єкт	Фактори	Зона впливу
Автомагістраль	Хімічний і шумовий вплив потоку	до 1 км
Міська магістраль	Хімічний і шумовий вплив потоку	до 300 м
	Перерозподіл транспортних потоків в інших частинах міста	2–3 довжини магістралі

Відповідно до рівнів впливів на навколишнє середовище виділено три екологічні класи (ЕК) дорожніх об'єктів:

I екологічний клас – автодороги I і II кат. з чотирма і більше смугами руху, споруди на них, окремі мостові споруди завдовжки понад 500 м. Дорожні об'єкти I класу зараховано до екологічно небезпечних видів діяльності.

II екологічний клас – автодороги II і III кат. з розрахунковою інтенсивністю руху понад 2000 пр.од/добу і споруди на них, окремі ділянки на територіях особливої охорони і ділянки зі складними умовами руху.

III екологічний клас – автодороги II і III кат. з розрахунковою інтенсивністю руху до 2000 пр.од/добу і споруди на них, технічно нескладні дорожні об'єкти [6].

Орієнтовні оцінки транспортного шуму

Рівень шуму зростає зі збільшенням швидкості руху та вологості покриття. Під час руху на I–II передачі домінує шум двигуна. Найменші рівні шуму спостерігаються при швидкості руху

55–65 км/год легкових автомобілів і 45–55 км/год вантажних автомобілів. На III–IV передачі зростає шум від контакту шин з покриттям і домінує при 80 км/год.

Основний комплекс детальних досліджень залежності рівнів шуму від швидкості руху й структури потоку завершено в 1980-х роках. Методики оцінки рівнів шуму поступово ускладнювалися і охоплювали все більшу кількість факторів – до 10–15 параметрів потоку й умов руху. Рівень шуму шинного транспорту визначається такими основними характеристиками транспортного потоку: інтенсивність і структура потоку; середня швидкість руху; експлуатаційний стан транспортних засобів; об'єм і характер вантажу; звукова сигналізація; кількість зупинок; вулично-дорожньої мережі: кількість смуг руху; роздільна смуга; шорсткість і рівність покриття; поперечний профіль; ухил; тип і кількість перетинів і примикань; перешкоди руху; шумозахисту: шумопоглинальними поверхнями, екранами, виїмками й насипами; природно-кліматичні: атмосферний тиск; вологість і температура повітря; швидкість і напрям вітру; турбулентність; опади.

Оцінка еквівалентного рівня шуму легкового автомобіля залежно від швидкості руху V_i відстані R_p наведена на рис. 3

У табл. 3 подано орієнтовні оцінки фонового шуму [4].

Таблиця 3

Орієнтовна оцінка фонового шуму

Транспорт (на відстані 7,5 м)	Л.А.ф у годину “пік”
автомагістраль III–IV категорії	85 – 88
автомагістраль I–II категорії	86 – 87

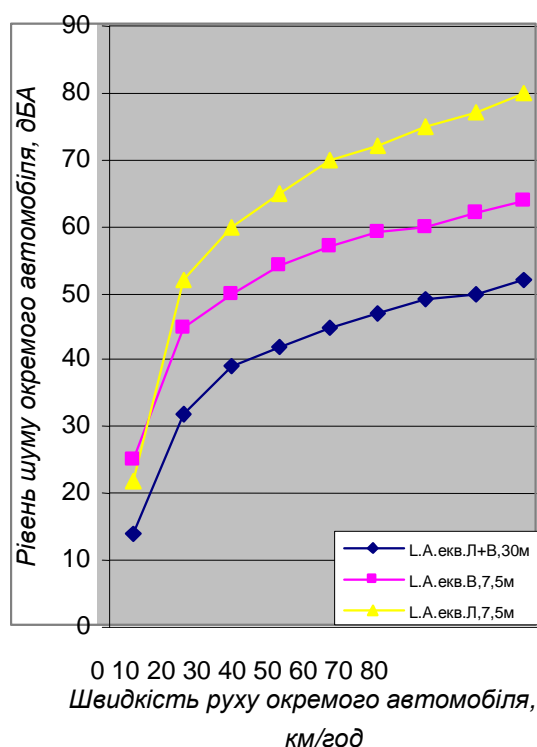


Рис. 3. Порівняння оцінок еквівалентного рівня шуму легкового автомобіля

Моделювання процесів хімічного та акустичного забруднення, орієнтовна оцінка рівня хімічного забруднення примігстральної території

Для автодоріг і мостових переходів орієнтовні розрахунки забруднення на невеликих висотах можуть виконуватися за методикою, основою на теоретико-емпіричній моделі Гаусса.

Для розрахунку вулично-дорожню мережу ділять на ділянки D_{mn} завдовжки $L_{Dmn}(m)$ з однорідними умовами руху. Приймається, що лінія емісії забруднювачів проходить по центру площинного джерела. Орієнтовна оцінка максимальної разової концентрації NO_2 , Pb , $CxHy$ або CO на невеликих висотах у зоні впливу вулично-дорожньої мережі [3]:

$$C_i = \frac{800 \times M_i^l}{\sigma(R_{pm}) \times U_e \times K(\vartheta_e^l)} + C_i^{фон}, \quad (1)$$

де C_i – концентрація i -ї речовини, $мг/м^3$; $C_i^{фон}$ – фонові максимальна разова концентрація забруднювача, $мг/м^3$; M_i^l – погонна потужність емісії i -ї речовини джерелом D_{mn} , $г/с \times м$; $\sigma(R_{pm})$ – середньоквадратичне відхилення гауссового розсіювання по вертикалі, $м$; R_{pm} – відстані від точки PT до краю проїжджої частини, $м$; U_e – швидкість вітру, що переважає в розрахунковий місяць теплого періоду з найбільшою інтенсивністю руху, $м/с$; $K(\vartheta_e^l)$ – функція кута ϑ_e^l між напрямом вітру та трасою.

На приміській території, як правило, критичним є забруднення атмосферного повітря азоту діоксидом NO_2 та ґрунтів сполуками свинцю Pb . Глибина проникнення цих забруднювачів на приміську територію становить:

$$R_{ГДК} NO_2 = 47,62 \ln(2,5 \cdot 10^{-2} N_{min} \cdot N_{BA} \cdot \exp(-0,148H_{Дж})). \quad (2)$$

$$R_{ГДК} Pb = 47,62 \ln(0,124 N_{min} \cdot N_{BA} \cdot \exp(-0,1)), \quad (3)$$

де $R_{ГДК} NO_2$ – максимально можлива глибина проникнення NO_2 на приміську територію до рівня $1.0 ГДК.мр$, $м$; $R_{ГДК} Pb$ – максимально можливе поширення Pb у ґрунтах приміської території (до рівня $1.0 ГДК.зр$), $м$.

Сполуки свинцю накопичуються в ґрунті вздовж автодороги. Залежно від концентрації сполук свинець в атмосферному повітрі становить:

$$C_{Pb.зр} = 2.57(1 - \exp(-1.75C_{мр.Pb})), \quad (4)$$

де $C_{Pb.зр}$ – концентрація в ґрунті відносно $ГДК.гр.Pb$; $C_{мр.Pb}$ – концентрація в атмосферному повітрі, $ГДК.мр.Pb$.

Орієнтовна оцінка рівня акустичного забруднення приміської території

Найпростішу орієнтовну оцінку рівня акустичного забруднення території одиничними автомобілями (залежно від швидкості руху V автомобіля) у розрахунковій точці PT за швидкості $V > 1 км/год$ і відстані R_{pm} від неї до осі руху автомобіля можна розрахувати за формулою:

$$L_{A.еквj}(V)_{7,5} = L_{A.еквj}(0) + 30 \lg V; \quad (5)$$

$$L_{A.екв.L}/a = 42,7 + 20 \lg(V/R_{pm}),$$

$$L_{A.мак.L}/a = 58,9 + 20 \lg(V/R_{pm}); \quad (6)$$

$$L_{A.екв.B}/a = 48,7 + 20 \lg(V/R_{pm});$$

$$L_{A.мак.B}/a = 65,0 + 20 \lg(V/R_{pm}); \quad (7)$$

де $L_{A.еквj}(V)_{7,5}$ – рівень шуму одного автомобіля j -го виду, що рухається, дБА; $L_{A.еквj}(0)$ – рівень шуму одного автомобіля j -го виду, що стоїть, дБА; $L_{L.екв.L}(0)$ – рівень шуму легкового автомобіля $21,0.. 21,7$ дБА; $L_{A.екв.B}(0)$ – рівень шуму вантажного автомобіля $26,5.. 34,8$ дБА; $L_{A.еквjk}$ – рівень шуму одного автомобіля j -го виду з k -м типом двигуна залежно від швидкості та відстані від розрахункової точки до осі руху автомобіля; R_{pm} – відстань від PT до осі руху автомобіля, $м$.

Розрахунок зниження акустичного забруднення з відстанню

Орієнтовна оцінка зниження рівня шуму $dL_{A.R_{pm}}$ з відстанню R_{pm} за рахунок розходження звукових хвиль у просторі розраховується за формулами:

$$а) \text{ лінійні джерела: } dL_{A.R_{pm}} = 10 \lg R_{pm} / R_{em} = 10 \lg R_{pm} - 8.75; \quad (9)$$

$$\text{б) точкові джерела: } dL.A.R_{pm} = 20 \lg R_{pm} / R_{em} = 20 \lg R_{pm} - 17.5, \quad (10)$$

де $dL.A.R_{pm}$ – зниження шуму з відстанню R_{pm} , дБА; R_{pm} – розрахункова відстань між РТ та акустичним центром джерела, м; R_{em} – еталонна відстань між РТ та акустичним центром джерела, м.

Орієнтовні оцінки рівня шуму автотранспортних потоків $L.A.екв.7.5$ на відстані 7.5 м від осі найближчої смуги у годину “пік” на основних магістралях залежно від інтенсивності руху:

$$L.A.екв.7,5 = 50 + 8,8 \lg N.nik \quad (11)$$

де $N.nik$ – інтенсивність руху в годину “пік”, од/год.

Шумова характеристика транспортного потоку $L.nom$ стосується структури N_{jk} та шумових характеристик $L.A.мак_{jk}$ транспортних засобів, які рухаються по одному площинному джерелу D_{mn} ,

$$L.nom = \sum_{jk} N_{jk} \times 10^{+0.1L.A.мак_{jk}}, \quad (12)$$

де $L.nom$ – середньозважена шумова характеристика потоку; $L.A.мак_{jk}$ – максимальні рівні шуму транспорту j -го виду, дБА; N_{jk} – частка jk -х транспортних засобів у потоці, %.

Орієнтовні оцінки глибини проникнення наднормативного шуму автотранспорту на примігстральну територію:

$$\frac{R.шум = 10x}{L.A.екв.7,5 - ГДР.екв + 10, 2K.пок}, \quad (13)$$

$$11, 7K.пок$$

де $R.шум$ – глибина поширення шуму по території; $L.A.екв.7,5$ – рівень шуму в 7,5 м від осі найближчої смуги, дБА; $K.пок$ – коефіцієнт поглинання звуку покриттям.

З 1980-х років у містах України пріоритетним стало впровадження заходів щодо зниження хімічного забруднення, шуму та вібрації від колісних транспортних засобів, а саме:

- влаштування суцільних шумозахисних екранів;
- газозахисні екранувальні зелені смуги.

Ефективність суцільних шумозахисних екранів

Захисні властивості суцільних екранувальних споруд щодо зменшення впливів автотранспортних потоків можна розглядати лише відносно максимальних разових концентрацій $C.mр.$ За нічний період залишкове забруднення поширюється з вітром по значній території. Розміщення захисних споруд повинно забезпечувати захист (екранування) прилеглої території від прямого впливу викидів автотранспортних потоків, а також провітрювання території від накопичених шкідливих домішок.

Шумозахисні екрани призначені для приведення акустичних забруднень (шуму, пороху, газу) до нормативних граничнодопустимих рівнів і встановлюються на магістралях, дорогах, мостах, переходах, біля АЗС, житлових споруд, залізничних колій [8].

У плані екрани можуть бути замкнутими, напівзамкнутими (з 2–3 сторін джерел шуму) і лінійними.

Універсальність екранів полягає й у тім, що вони можуть бути практично будь-якої висоти, прольоти між стійками можуть виконуватися практично з будь-яким кроком і досягати 6 метрів, а окремі частини екрана можуть зістикуватися між собою під різними кутами в плані (табл. 4) [3].

Таблиця 4

Технічні характеристики захисних екранів

Типи екранувальних споруд	Шумозахист, дБА
суцільний екран заввишки $h=2-6$ м	10–20
суцільний з/б екран на насипу заввишки $h=4-10$ м	11–19
земляний насип із підпірними стінами $h = 2-10$ м	5–18

виїмка з підпірними стінами завглибшки 2–10 м	4–16
влаштування проїжджої частини – на насипу / у виїмці	11–15

Приклади оцінок ефективності суцільних екранів.

У зоні житлової забудови 1-го ешелону суцільний двосторонній шумозахисний екран заввишки 1,5 м вздовж автодороги забезпечує нормативний рівень шуму на рівні перших поверхів. За наявності багатоповерхової забудови висоту екрана необхідно збільшувати до висоти 7 м із загнутою верхньою частиною.

Загальне правило визначення висоти суцільних шумозахисних екранів уздовж магістралей – верхній край екрана повинен бути на 1,0 м вище від лінії прямого бачення коліс транспортних засобів жителями з поверхні землі або з вікон житлових будинків.

Спорудження суцільного шумозахисного екрана вздовж автодороги складне в технологічному аспекті й надто неестетичне. Прозорі шумозахисні екрани в Україні не виготовляють, а крім того, для їх експлуатації необхідні додаткові кошти. Треба урахувати, що при екрані заввишки 1,5 м необхідний додатковий шумозахист ефективністю 15,3 дБА, заввишки 5,0 м – 10,0 дБА. Тобто виграш становить всього 5,3 дБА при значному удосконаленні конструкції.

Газозахисні екранувальні зелені смуги і ефективність шумо- та газозахисту елементами рельєфу

Зелені насадження вздовж доріг виконують функції: пилогазозахисту, протиерозійну, меліоративну, снігозатримки, закріплення ґрунту, естетичну. Зниження концентрації шкідливих газів екранувальними смугами, насаджень можливе лише в період вегетації, пилу – частково й взимку. Газозахисні властивості зелених смуг визначені узагальненням численних досліджень порівняно з поглинанням пилу. Базовими параметрами газозахисних зелених смуг є вид рослин, кількість дерев і їхніх рядів, структура, висота та площа насаджень.

Рекомендації щодо зелених насаджень для екранування локального впливу низьких джерел легких і середніх газів, димових аерозолів, запахів за рахунок розсіювання:

- система щільних незалежних смуг зелених насаджень висотою Н, що сприяє турбулізації й підйому домішок на висоту близько 8Н;
- розриви між смугами насаджень завширшки (2...5)Н, при розривах, менших за 2Н, турбулізація (вихороутворення) зникає за рахунок взаємодії смуг;
- прямокутна форма перерізу смуги;
- насадження I і II ярусів із щільним чагарником з боку джерел;
- 5–8-рядні смуги дерев із підкрановим чагарником щільної структури;

Ефективність навіть найпростіших захисних смуг щодо накопичення пилу доволі велика. Наприклад, для найпростішої конструкції (газон + чагарникова смуга завширшки 10 м + газон) ефективність екранування більша за 98 % : накопичення пилу газоном між дорогою і чагарником – 55 %, на чагарнику – 43 %, на газоні за чагарником – 1,9 %.

Уздовж земляних магістралей рекомендується влаштування земляних насипів або виїмок, які виконують потрібну функцію: зниження шуму, абсорбцію відпрацьованих газів і підвищення естетичності дороги. Розрахунок шумозахисту земляним валом можна здійснювати, як і для суцільного екрана обмеженої довжини.

Споруджувати насипи із ґрунтів і відходів промисловості, що мало впливають на міцність і стійкість земляного полотна під дією погодно-кліматичних факторів, дозволяється без обмеження. На укосах з великою крутизною необхідно передбачати укріплення висіванням трав із підсіпкою рослинного ґрунту або дернуванням. У разі використання інших, капітальніших типів укріплення крутизну можна збільшити згідно з розрахунками стійкості укосів з відповідним техніко-економічним обґрунтуванням.

Висновки. 1. Захист ґрунтів та атмосферного повітря озелененням приміагістральної території повинен передбачати комплекс комбінованих екранів, а також розподілених площинних фільтрів на території санітарно-захисної зони. Ці аспекти проектування недостатньо розкриті в опублікованих працях. Виявилося, що застосування тільки зелених смуг для захисту від акустичного та хімічного забруднення неефективне за економічними та екологічними критеріями, оскільки рослинність істотно впливає на зниження акустичного та хімічного забруднення лише при ширині зелених смуг понад 30 м і висоті джерела акустичного та хімічного забруднення менше за 6 м відносно зеленої смуги. Однак із урахуванням газозахисних, естетичних і відновлювальних властивостей зелених насаджень їх введення у проект є фактично обов'язковим, особливо як додаткових смуг до суцільних екранів.

2. Розміщення насаджень на території та підбір рослин повинні здійснюватися з урахуванням їхньої чутливості, можливості взаємозахисту в послідовних смугах насаджень, їх захисних і оздоровчих властивостей.

3. На автомагістралях України рівень транспортного шуму та шкідливого хімічного впливу часто перевищує санітарні норми і є одним з найвпливовіших негативних чинників. Тому в складі проектів нових об'єктів необхідно передбачати вартісні заходи щодо зниження цих показників до граничнодопустимого рівня. Для цього необхідно здійснювати влаштування зелених смуг-екранів в комплексі з суцільними екранами; за наявності інженерних мереж необхідне влаштування фільтрувальних зелених смуг.

1. Микула О.Я. *Кадастр природних ресурсів: навч. посіб. для студентів вищих навчальних закладів* / Микула О.Я., Ступень М.Г., Пересол як В.Ю. – Львів: Новий світ, 2006. – 192 с.
2. Новоторов О.С. *Деякі напрямки удосконалення земельно-кадастрової системи* / О.С. Новоторов // *Теорія і методи оцінювання оптимізації використання та відтворення земельних ресурсів: матеріали міжнар. наук. конференції.* – К., 11–14 лист. 2002 р. – К., 2002. – С. 77–83.
3. Солуха Б.В., Фукс Г.Б. *Міська екологія: навч. посіб.* – К: КНУБА, 2004 – 338 с.
4. *Державні будівельні норми України. Споруди транспорту. Автомобільні дороги. ДБН. 2.3-4: 2007.* – К.: Мінрегіонбуд України, 2007. – 87 с.
5. Закон України “Про автомобільні дороги” № 2862-IV від 08.09.2005.
6. Закон України “Про охорону атмосферного повітря”. – № 2556-14 від 21.06.2001.
7. Закон України “Про охорону навколишнього природного середовища”. – № 1268-XII (1268-12) від 26.06.91.
8. Закон України “Про охорону земель”. – № 963-IV від 19.06.2003.
9. Закон України “Про ратифікацію конвенції про оцінку впливу на навколишнє середовище у транспортному контексті”. – № 534-XIV від 19.03.99.