

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ, МОЛОДІ ТА СПОРТУ УКРАЇНИ
ДЕРЖАВНИЙ ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД
«ДОНЕЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ»
АВТОМОБІЛЬНО-ДОРОЖНИЙ ІНСТИТУТ

«ЗАТВЕРДЖУЮ»
Директор АДІ ДВНЗ «ДонНТУ»
М.М. Чальцев
28.04.2011 р.

Кафедра «Транспортні технології»

**РОБОЧА ПРОГРАМА ТА МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
ДО ВИКОНАННЯ ПРАКТИЧНИХ ТА КОНТРОЛЬНИХ РОБІТ З
ДИСЦИПЛІНИ «ЕКОЛОГІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ
ТРАНСПОРТНИХ СИСТЕМ МІСТ»**

16/73-2011-15

«РЕКОМЕНДОВАНО»
Навчально-методична
комісія факультету
«Транспортні технології»
Протокол № 7 від 18.03.2011 р.

«РЕКОМЕНДОВАНО»
Кафедра
«Транспортні технології»
Протокол № 7 від 16.03.2011 р.

УДК 656.13 + 656.039 (07)

Робоча програма та методичні вказівки до виконання практичних та контрольних робіт з дисципліни «Екологічні характеристики транспортних систем міст» [Електронний ресурс] / укладачі: А.В. Куниця, Т.Є. Василенко, Р.О. Лапутин, А.В. Меженков. – Електрон. дані. – Горлівка: ДВНЗ «ДонНТУ» АДІ, 2011. – 1 електрон. опт. диск (CD-R); 12см. – Систем. вимоги: Pentium; 32 RAM; WINDOWS 98/2000/NT/XP; MS Word 2000. – Назва з титул. екрану.

Містять загальні положення, вибір вихідних даних для виконання практичних робіт та контрольної роботи (для студентів заочної форми навчання), методичні вказівки і методику рішення прикладу та визначення: середнього значення пробігового викиду; інтенсивності викидів шкідливих речовин; концентрацій токсичних компонентів в атмосферному повітрі; шуму від транспортного потоку.

Укладачі:

Куниця А.В., д.т.н., проф.
Василенко Т.Є., к.е.н., доц.
Лапутин Р.О.
Меженков А.В.

Відповідальний за випуск:

Куниця А.В., д.т.н., проф.

Рецензент:

Виноградов М.С., к.т.н., доц. кафедри
«Транспортні технології»

© Державний вищий навчальний заклад
«Донецький національний технічний університет»
Автомобільно-дорожній інститут, 2011.

ЗМІСТ

1 Робоча навчальна програма з дисципліни «Екологічні характеристики транспортних систем міст»	4
1.1 Загальні положення	4
1.2 Перелік дисциплін, необхідних для вивчення даної дисципліни	5
1.3 Розклад навчальних годин	6
1.4 Тематичний план	7
1.5 Засоби проведення поточного та підсумкового контролю	10
1.6 Перелік навчально-методичної літератури і навчальних засобів	15
2 Методичні вказівки до виконання практичних робіт з дисципліни «Екологічні характеристики транспортних систем міст»	16
2.1 Загальні положення	16
2.2 Вибір вихідних даних	17
2.3 Практична робота № 1 «Визначення середнього значення пробігового викиду шкідливих речовин (CO, C _n H _m , NO _x)»	19
2.4 Практична робота № 2 «Визначення середнього значення інтенсивності викидів шкідливих речовин»	26
2.5 Практична робота № 3 «Обчислення концентрації токсичних компонентів в атмосферному повітрі»	31
2.6 Практична робота № 4 «Оцінка результатів обчислень викидів шкідливих речовин і розробка заходів щодо їх зниження»	38
2.7 Практична робота № 5 «Визначення рівня шуму від транспортного потоку»	42
2.8 Практична робота № 6 «Рівень шуму на примігстральній території» ...	47
3 Методичні вказівки до виконання контрольної роботи	60
3.1 Порядок вибору варіанта завдання	60
3.2 Питання до контрольної роботи	60
3.3 Задачі до контрольної роботи	63
3.4 Правила оформлення контрольної роботи	66
Додаток А Приклад оформлення питань та задачі	68
Додаток Б Приклад оформлення титульного аркуша контрольної роботи	69

1 РОБОЧА НАВЧАЛЬНА ПРОГРАМА З ДИСЦИПЛІНИ «ЕКОЛОГІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ТРАНСПОРТНИХ СИСТЕМ МІСТ»

1.1 Загальні положення

Робочу програму складено згідно з навчальними планами спеціальності 6.07010102 «Організація перевезень і управління на автомобільному транспорті» та вимогами Наказу Міністерства освіти України № 161 від 02. 06. 1993 р.

Дисципліна «Екологічні характеристики транспортних систем міст» – це одна із дисциплін професійної та практичної підготовки, яку вивчають студенти спеціальності 6.07010102 «Організація перевезень і управління на автомобільному транспорті».

Знання дисципліни є необхідними для плідної творчої діяльності сучасного фахівця з організації перевезень за спеціальністю «Організація перевезень і управління на автомобільному транспорті».

Дисципліна складається з таких розділів:

1. Взаємодія автомобілізації з природою та суспільством.
2. Витрати палива та викид токсичних компонентів автомобілем і транспортним потоком.
3. Шум. Електромагнітні випромінювання транспортного потоку і транспортна вібрація.

Метою викладання дисципліни «Екологічні характеристики транспортних систем міст» є вирішення транспортних екологічних задач на рівні управління транспортними потоками, тобто методами організації дорожнього руху.

Основними задачами вивчення дисципліни є:

1. Вивчення видів негативних наслідків автомобілізації і методів їх зниження; наслідків та джерел шуму, електромагнітного випромінювання одиночного автомобіля і транспортного потоку та транспортної вібрації.
2. Розвиток у студентів навиків і умінь в сфері розв'язання транспортних екологічних задач методами організації дорожнього руху. До таких задач відносяться зниження витрат палива автомобілями, викиду шкідливих речовин під час руху в транспортному потоці; концентрації токсичних компонентів в атмосферному повітрі.

В результаті вивчення дисципліни студенти повинні знати:

- види негативних наслідків автомобілізації; гранично припустимої концентрації токсичних компонентів;

– способи зниження витрат палива автомобілями, викиду шкідливих речовин під час руху в транспортному потоці; концентрації токсичних компонентів в атмосферному повітрі на приміагістральній території;

– методи розрахунку: концентрації токсичних компонентів в атмосферному повітрі; аераційних характеристик приміагістральних територій; шуму транспортного потоку;

мати навички:

– розробляти заходи щодо зниження негативних наслідків автомобілізації;

– розраховувати витрати палива автомобілями; викиди шкідливих речовин під час руху в транспортному потоці; концентрацію токсичних компонентів в атмосферному повітрі; аераційні характеристики приміагістральної території; рівень шуму від транспортного потоку.

Дисципліна «Екологічні характеристики транспортних систем міст» відноситься до циклу дисциплін навчального закладу і є завершальною під час підготовки бакалаврів за спеціальністю 6.07010102 «Організація перевезень і управління на автомобільному транспорті».

1.2 Перелік дисциплін, необхідних для вивчення даної дисципліни

Перелік забезпечуючих дисциплін складено згідно з вимогами навчальної програми та наведено в таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 – Перелік забезпечуючих дисциплін

Семестр	Назва дисципліни	Назва розділу тем	Номер лекції даної дисципліни
1	2	3	4
1...3	Вища математика	Функції багатьох змінних перемінних	2...18
2	Хімія	Властивості хімічних елементів та елементарних речовин. Прості з'єднання елементів. Органічні з'єднання.	1...18
3	Фізика	Коливальні процеси. Транспортний шум	12...18

Продовження таблиці 1.1

1	2	3	4
4	Безпека життєдіяльності	Вплив токсичних речовин відпрацьованих газів та транспортного шуму на стан людини	1...18
5	Основи екології	Всі розділи дисципліни	1...18
6	Безпека транспортних засобів	Екологічна безпека	1...18
7	Екологічні характеристики схем організації дорожнього руху	Екологічні характеристики схем організації дорожнього руху в містах	1...18

1.3 Розклад навчальних годин

Відповідно до діючого плану спеціальності 6.07010102 «Організація перевезень і управління на автомобільному транспорті» курс дисципліни «Екологічні характеристики транспортних систем міст» вивчається у 8 семестрі (на IV курсі).

Розподіл навчальних годин дисципліни «Екологічні характеристики транспортних систем міст» за основними видами навчальних занять наведено в табл. 1.2.

Таблиця 1.2 – Розклад навчальних годин дисципліни «Екологічні характеристики транспортних систем міст»

Види навчальних занять	Денна форма навчання
	Годин (кредитів ECTS)
1	2
Загальний обсяг дисципліни	54 (1,5)
1. Аудиторні заняття, з них:	32
1.1 Лекції	16
1.2 Практичні заняття	16
3. Самостійна робота, з них:	22
3.1 Вивчення конспекту лекцій та навчально-методичної літератури.	6
3.2 Підготовка до практичних занять.	8
3.3 Ознайомлення з періодичною фаховою літературою та нормативною документацією.	8

1.4 Тематичний план

1.4.1 Лекційні заняття

Мета проведення лекцій – надати студентам теоретичний матеріал, забезпечити засвоєння певного об'єму знань у тісному зв'язку з практикою.

Задачі проведення лекцій – навчити студента розробляти технологічні і проектні рішення по розв'язанню транспортних екологічних задач методами організації дорожнього руху.

Теми та зміст лекційних занять дисципліни «Екологічні характеристики транспортних систем міст» наведено в табл. 1.3.

Таблиця 1.3 – Теми та зміст лекцій

Номер теми	Назва теми та її зміст	Обсяг лекцій, ак. годин	Обсяг самостійної роботи, ак. годин
1	2	3	4
1	1. Взаємодія автомобілізації з природою та суспільством. 1.1 Негативні наслідки автомобілізації. 1.2 Методи зниження негативних наслідків автомобілізації. 1.3 Транспортний потік як джерело впливу на навколишнє середовище.	3	4
2	2. Витрати палива та викид токсичних компонентів автомобілем і транспортним потоком. 2.1 Витрати палива автомобілем під час руху в транспортному потоці. 2.2 Розрахунок викиду шкідливих речовин транспортними потоками. 2.3 Розрахунок концентрації токсичних компонентів в атмосферному повітрі. 2.4 Розрахунок гранично припустимого викиду (ГПВ) шкідливих речовин транспортними потоками.	8	4

Продовження таблиці 1.3

1	2	3	4
	2.5 Визначення аераційних характеристик примагістральних територій.		
3	3. Шум. Електромагнітні випромінювання транспортного потоку і транспортна вібрація. 3.1 Шум одиночного автомобіля і транспортного потоку. 3.2 Розрахунок шуму транспортного потоку. 3.3 Розробка заходів щодо зниження рівня шуму на примагістральній території. 3.4 Електромагнітні випромінювання транспортного потоку. 4. Транспортна вібрація.	5	6
Разом		16	14

1.4.2 Практичні заняття

Мета проведення практичних занять – закріплення теоретичних знань та одержання практичних навичок щодо розрахунків викидів шкідливих речовин транспортними потоками на міській магістралі і визначення рівня шуму на примагістральній території. Об'єктом інженерних розрахунків є ділянка магістралі, що включає в себе перегін та перехрестя (в одному напрямі руху), і транспортний потік на цій ділянці.

Задачею практичних занять є використання на практиці теоретичних знань у процесі розв'язання задач за тематикою розділів дисципліни.

В результаті виконання практичних занять студенти повинні вміти:

1. Визначати середні значення пробігового викиду шкідливих речовин; інтенсивність їх викидів транспортними потоками; рівень шуму від транспортних потоків.

2. Порівнювати значення пробігового викиду легкового та вантажного автомобілів; інтенсивності викидів та рівня шуму з нормативними.

3. Розробляти заходи щодо поліпшення екологічних показників (табл. 1.4).

Таблиця 1.4 – Теми практичних занять

№ п/п	Перелік практичних занять	Обсяг практичних занять, ак. годин	Обсяг самостійної роботи, ак. годин
1	Визначення середнього значення пробігового викиду шкідливих речовин (CO, C _n H _m , NO _x)	5	2
2	Визначення середнього значення інтенсивності викидів шкідливих речовин	2	1
3	Обчислення концентрації токсичних компонентів в атмосферному повітрі	2	1
4	Оцінка результатів обчислень викидів шкідливих речовин	2	1
5	Визначення рівня шуму від транспортного потоку	2	1
6	Розробка заходів щодо зниження рівня шуму на примігстральній території	3	2
Разом		16	8

1.4.3 Самостійна робота студентів

Самостійна робота студента є основним засобом оволодіння навчальним матеріалом у час, вільний від обов'язкових навчальних занять.

Мета самостійної роботи – засвоєння студентом навчального матеріалу, що надається на лекціях та в рекомендованій навчально-методичній літературі, а також вивчення наукової та періодичної фахової літератури.

Самостійна робота студентів складається з самостійного опрацювання лекційного матеріалу під час підготовки до практичних і лекційних занять, роботи з нормативною та періодичною літературою.

Внаслідок самостійної роботи студенти повинні вміти:

- користуватись навчально-методичною, науковою та періодичною літературою;

- працювати з ДСТУ, нормами, рекомендаціями, інструкціями та іншими нормативними документами.

Обсяг самостійної роботи наведено в табл. 1.2, 1.3.

1.5 Засоби проведення поточного та підсумкового контролю

Види контролю:

Основні контрольні заходи:

- поточний контроль;
- підсумковий (семестровий) контроль – залік.

Поточний контроль здійснюється на практичних заняттях шляхом перевірки засвоєння теоретичного матеріалу, підготовленості студентів до конкретної практичної роботи, захисту робіт.

Студент допускається до модульного контролю у сьомому семестрі на восьмому та шістнадцятому тижні семестру.

1.5.1 Перелік питань підготовки до модульно-рейтингового контролю знань студентів

1. Класифікація негативних наслідків автомобілізації.
2. Негативні наслідки автомобілізації: споживання ресурсів.
3. Негативні наслідки автомобілізації: забруднення навколишнього середовища.
4. Негативні наслідки автомобілізації: негативні соціальні наслідки.
5. Забруднення навколишнього середовища в містах і на заміських територіях.
6. Методи зниження негативних наслідків автомобілізації.
7. Вплив основних елементів транспортної системи (водія, дороги, автомобіля) на зниження негативних наслідків автомобілізації.
8. Зниження негативних наслідків автомобілізації методами організації перевезень.
9. Зниження негативних наслідків автомобілізації методами організації дорожнього руху.
10. Зниження негативних наслідків автомобілізації містобудівельними методами.
11. Основні напрями регулювання якості навколишнього середовища за допомогою нормативно-правової бази.
12. Транспортний потік як джерело впливу на навколишнє середовище.
13. Моделі, що застосовуються під час оцінювання показників екологічної безпеки за викидами шкідливих речовин транспортним потоком.
14. Характеристика режимів руху транспортних засобів на регульованих перехрестях міста.
15. Характеристики розгону автомобілів.
16. Характеристики гальмування автомобілів.

Екологічні характеристики транспортних систем міст

17. Характеристики роз'їзду черги автомобілів.
18. Визначення часу зупинки одного автомобіля біля регульованого перехрестя.
19. Визначення середньої швидкості транспортного потоку.
20. Визначення середньої швидкості руху розрахункового легкового автомобіля.
21. Визначення середньої швидкості руху розрахункового вантажного автомобіля.
22. Паливна економічність автомобіля. Визначення. Її показники.
23. Паливна економічність автомобіля. Визначення. Загальні та експлуатаційні витрати палива.
24. Витрати палива автомобілями під час руху на міських та позаміських магістралях.
25. Додаткові витрати палива, пов'язані із зупинками автомобілів.
26. Додаткові витрати палива, пов'язані із затримками у русі та нерівновагою швидкісного режиму.
27. Витрата палива одиночного автомобіля і транспортного потоку.
28. Витрата палива транспортним потоком з урахуванням частки автомобілів визначених моделей у транспортному потоці.
29. Витрата палива при вільному, груповому і колонному станах потоку.
30. Залежність витрат палива від тривалості циклу світлофорного регулювання.
31. Основні напрямки організації дорожнього руху, що впливають на зниження витрат палива транспортними засобами.
32. Джерела забруднення повітря шкідливими речовинами від автомобілів. Склад газів, що викидаються двигунами внутрішнього згорання.
33. Вплив токсичних компонентів на здоров'я людини.
34. Показники екологічної оцінки автомобільних двигунів.
35. Пробіговий викид шкідливих речовин: визначення, іспити за допомогою їздових іспитових циклів, гранично-припустимі норми викидів відповідно до правил ЄЕК ООН і галузевих стандартів (ГСТ).
36. Розрахунковий вантажний і легковий автомобілі та приведена інтенсивність руху автомобілів під час розрахунку токсичної характеристики транспортного потоку за викидом CO.
37. Параметри, від яких залежить пробіговий викид CO від поодинокого автомобіля розрахункового типу на ділянці магістралі, що включає ділянку та регульоване перехрестя.
38. Транспортно-планувальні параметри, від яких залежить пробіговий викид CO від поодинокого автомобіля розрахункового типу.

39. Параметри, від яких залежить пробіговий викид CO від поодинокого автомобіля розрахункового типу під час проектування генплану міста (територіальної комплексної схеми охорони природи).

40. Параметри, від яких залежить пробіговий викид окисів азоту від одного автомобіля розрахункового типу на ділянці магістралі, що включає ділянку та регульоване перехрестя.

41. Параметри, за якими визначаються викиди CO, CH, NO за одиницю часу на ділянці магістралі одиничної довжини від транспортного потоку, що рухається в одному напрямку.

42. Основні моделі для розрахунків концентрацій шкідливих викидів у приміагістральній забудові.

43. Ступінь впливу шкідливих викидів автомобілів на навколишнє середовище в приміагістральній забудові.

44. Параметри, що визначають середньодобові концентрації шкідливої речовини, які викидаються з відпрацьованими газами автомобілів.

45. Визначення концентрації токсичних компонентів відпрацьованих газів в атмосферному повітрі на вулиці, що розглядається як каньйон.

46. Концентрація токсичних компонентів відпрацьованих газів автомобілів на перехресті міських магістралей. Вплив нерівномірності інтенсивності руху за годинами доби, днями тижня та місяцями року на викиди забруднюючих речовин.

47. Гранично припустима концентрація деяких компонентів відпрацьованих газів автомобілів. Приведення гранично припустимих концентрацій токсичних речовин до гранично припустимої концентрації окису вуглецю.

48. Визначення коефіцієнта приведення гранично припустимих концентрацій різних токсичних речовин до гранично припустимої концентрації окису вуглецю під час визначення збитку від забруднення атмосфери.

49. Визначення еквівалентної маси токсичних речовин, що надійшли в атмосферу, під час оцінки соціально-економічного збитку від забруднення атмосфери міст і промислових центрів.

50. Вплив концентрації окису вуглецю на організм людини.

51. Гранично припустимий викид шкідливих речовин транспортними потоками. Задачі розрахунку гранично припустимого викиду.

52. Тимчасово погоджений викид (ТПВ). Параметри розрахунку ТПВ.

53. Контроль за забрудненням міського середовища від транспортних джерел.

54. Методи зниження рівня загазованості атмосферного повітря на внутрішньомікрорайонній території.

55. Характеристика зелених насаджень, що знижують рівень загазованості повітря на внутрішньомікрорайонній території.

56. Розрахунок припустимої концентрації токсичних речовин, що викидаються з відпрацьованими газами автомобілів, що відробили, на житлову забудову з урахуванням захисних споруджень.

57. Параметри розрахункової швидкості вітрового потоку.

58. Шум одиночного автомобіля і транспортного потоку. Джерела шуму.

59. Шум одиночного автомобіля і транспортного потоку. Вплив шуму на організм людини.

60. Шум транспортного потоку. Вплив шуму на організм людини.

61. Параметри оцінки шуму.

62. Класифікація шумів. Шум одиночного автомобіля і транспортного потоку. Припущення, за допомогою яких здійснюється моделювання шуму.

63. Визначення шумової характеристики транспортного потоку під час однорядного руху.

64. Визначення шумової характеристики транспортного потоку під час дворядного руху.

65. Визначення розрахункового еквівалентного рівня шуму.

66. Визначення максимально можливої шумової характеристики транспортного потоку.

67. Нормативні рівні шуму в приміщенні і на території. Зниження рівня шуму від транспортного потоку з відстанню.

68. Зниження рівня шуму зеленими насадженнями.

69. Зниження рівня шуму спорудженнями, що екранують шум.

70. Зниження рівня шуму стіною. Порядок розрахунку.

71. Зниження рівня шуму будинком. Порядок розрахунку.

72. Зниження рівня шуму насипом. Порядок розрахунку.

73. Зниження рівня шуму виїмкою. Порядок розрахунку.

74. Зниження рівня шуму зовнішньою стіною і віконними прорізами будинку.

75. Електромагнітні випромінювання транспортного потоку.

76. Фактори, що впливають на інтенсивність електромагнітного випромінювання автомобілів.

77. Заходи щодо зниження електромагнітного випромінювання.

78. Механічні коливання ґрунту та забудови біля проїзної частини ділянки міської магістралі.

79. Транспортна вібрація.

80. Методи зниження транспортної вібрації.

1.5.2 Критерії оцінки знань студентів

Результати складання іспиту оцінюються оцінками «відмінно», «добре», «задовільно», «незадовільно», рейтинговою (двадцятибальною) системою та буквами «А», «В», «С», «D», «Е», «FX», «F» :

- «відмінно» – 17,00 ... 20,00 – «А»;
- «добре» – 15,25 ... 16,99 – «В»;
- «добре» – 13,50 ... 15,24 – «С»;
- «задовільно» – 11,75 ... 13,49 – «D»;
- «задовільно» – 10,00 ... 11,74 – «Е»;
- «незадовільно» – 5,00 ... 9,99 – «FX»;
- «незадовільно» – 0 ... 4,99 – «F»;

Оцінку «відмінно» (17,00...20,00 – «А») заслуговує студент, який дає повну, правильну, обґрунтовану відповідь, закінчені рішення до поставлених питань, показує не тільки інтегровані та уніфіковані теоретичні знання та практичні навички, а й уміння самостійно застосовувати правила, принципи і закони у конкретних ситуаціях, аналізувати і оцінювати факти, події та прогнозувати очікувані результати від прийнятих рішень, робити висновки й узагальнення з формулюванням їх на папері логічно, послідовно, з дотриманням ЄСТД та показувати знання основної і додаткової літератури, передбаченою програмою на рівні творчого використання.

Оцінку «добре» (15,25...16,99 – «В» та 13,50...15,24 – «С») заслуговує студент, коли відповідь в основному задовольняє ті самі вимоги, що відповідь на оцінку "відмінно", але студент допускає незначні помилки, неточності, які суттєво не впливатимуть на якість прийнятих рішень та показує засвоєння основної літератури, передбаченої програмою на рівні аналогічного відтворення.

Оцінка «задовільно» (11,75... 13,49 – «D» та 10,00... 11,74 – «Е») ставиться тоді, коли студент в основному виконав завдання в обсязі навчальної програми, але не досить глибоко володіє матеріалом, його знання мають розрізнений, фрагментарний характер, студент допустив помилки, які можна усунути і які не спричиняють важких наслідків в організації пасажирських перевезень.

Оцінка «незадовільно» (0 ... 9,99 – «FX» та «F») ставиться тоді, коли студент не орієнтується в матеріалі, дає неправильну відповідь, має слабкі теоретичні знання і практичні навички, приймає рішення, які можуть привести до великих матеріальних і людських втрат.

1.6 Перелік навчально-методичної літератури і навчальних засобів

1. Дьяков О. Б. Экологическая безопасность транспортных потоков / О. Б. Дьяков – М.: Транспорт, 1989. – 128 с.

2. Факторович А.А. Защита городов от транспортного шума / А.А. Факторович, Г.И. Постников. – К.: Строитель, 1982. – 144 с.

3. Робоча програма, методичні вказівки та методика виконання практичних занять № 16/51 з дисципліни «Екологічні характеристики транспортних систем міст» для студентів денної форми навчання спеціальності 7.100401 «Організація і регулювання дорожнього руху» та 7.100403 «Організація перевезень і управління на автомобільному транспорті» / Укл. А.В. Куниця, О.П. Мельникова, О.М. Дудніков, Т.Є. Василенко, Р.О. Лапутин. – Горлівка: АДІ ДВНЗ ДонНТУ, 2007. – 57 с.

2 МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ ДО ВИКОНАННЯ ПРАКТИЧНИХ РОБІТ З ДИСЦИПЛІНИ «ЕКОЛОГІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ТРАНСПОРТНИХ СИСТЕМ МІСТ»

2.1 Загальні положення

Метою практичних робіт є закріплення теоретичних знань та одержання практичних навичок щодо розрахунків викидів шкідливих речовин транспортними потоками на міській магістралі і визначення рівня шуму на примагістральній території. Об'єкти розрахунків: ділянка магістралі, що включає в себе перегін та перехрестя (в одному напрямі руху), і транспортний потік на цій ділянці.

Завдання студентів полягає у:

- 1) визначенні середніх значень пробігового викиду шкідливих речовин; інтенсивності викидів транспортними потоками та їх порівнянні з гранично допустимими значеннями концентрації шкідливих речовин на примагістральній території;
- 2) обчисленні рівня шуму транспортних потоків;
- 3) розробці заходів щодо поліпшення екологічних показників.

Під час складання методичних вказівок за основу були прийняті методичні вказівки [1] та літературні джерела [2] і [3].

Під час виконання практичних робіт варто керуватися наступними вимогами:

1. Виконувати розрахунки тільки свого варіанта.
2. Практичні роботи виконувати в шкільному зошиті, залишаючи для заміток поля, усі записи повинні бути зроблені акуратно, скорочення слів, крім загальноприйнятих, не припустимі.
3. Умови задач і питання переписувати в зошит обов'язково. Тут же варто навести чисельні значення вихідних величин завдань.
4. Відповіді необхідно супроводжувати коротким пояснювальним текстом, яка це величина чи параметр і на підставі якої формули визначається. Формула в загальному виді повинна доводитися обов'язково. Усі величини, що входять у формулу, повинні бути описані під час їх першого використання в роботі.
5. Чисельний вибір значень довідкових параметрів повинний бути обґрунтований і супроводжуватися посиланням на джерело інформації.
6. Усі розрахунки варто виконувати в системі СІ з точністю рахунку одиниць – чотири значущі цифри. Розмірні величини повинні вказуватися зі своїми одиницями вимірів.
7. Схеми або малюнки в роботі варто виконувати олівцем із використанням креслярських інструментів.

2.2 Вибір вихідних даних

Групи вихідних даних, необхідних для обчислення екологічних показників:

- дорожні умови;
- параметри транспортних потоків;
- параметри світлофорного регулювання;
- характеристики забудови;
- кліматичні умови.

Варіант вихідних даних задається числом, яке складається з двох останніх цифр залікової книжки. Наприклад, номером варіанта студента, який має залікову книжку з номером 83-271, є число 71. Перша цифра (7) – це варіант рядків в таблицях 2.1, 2.2, 2.3, а друга (1) – варіант рядків в таблицях 2.4, 2.5, 2.6.

Таблиця 2.1 – Дорожні умови

№ п/п	Показник	Варіант									
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1.	Довжина перегону, км	0,15	0,20	0,40	0,60	0,80	1,00	1,20	1,40	1,60	1,80
2.	Ширина смуги руху, м	3,0	3,2	3,3	3,5	3,6	3,75	4,0	4,5	4,6	4,8
3.	Відстань від краю проїзної частини до лінії забудови, м	10	15	18	20	22	24	26	28	30	32
4.	Кількість смуг руху в одному напрямку	2	3	4	2	3	2	4	3	2	4

Таблиця 2.2 – Параметри транспортного потоку

№ п/п	Показник	Варіант									
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1.	Середня швидкість потоку, км/год	40	44	48	50	52	54	55	58	60	62
2.	Фізична інтенсивність руху на смузі, авт/год	500	450	400	350	500	450	400	350	300	250

Таблиця 2.3 – Склад транспортного потоку

№ п/п	Склад потоку, %	Варіант									
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1.	Легкові автомобілі, $\Delta_{л}$	0	5	10	15	20	25	30	40	50	60
2.	Вантажні, вантажністю, т:										
	- до 2	15	20	30	10	20	15	5	10	15	20
	- 2...5	20	10	10	20	10	10	15	5	10	-
	- 10...15	10	10	5	-	5	-	10	-	10	10
	-15	-	20	10	20	10	15	10	10	-	-
3.	Автобуси, пасажиро- місткість:										
	- особливо мала	20	15	10	10	5	15	10	15	10	5
	- мала	20	10	15	10	-	5	10	15	-	-
	- середня	15	10	-	15	10	5	-	5	5	5
	- велика	-	-	10	-	20	10	10	-	-	-

Таблиця 2.4 – Параметри світлофорного регулювання

№ п/п	Параметр	Варіант									
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1.	Тривалість циклу, с	40	44	50	56	60	66	72	80	84	88
2.	Тривалість основного такту, с	20	22	24	26	34	36	38	40	44	52

Таблиця 2.5 – Характеристика забудови

№ п/п	Показник	Варіант									
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1.	Кількість будинків на перегоні	2	3	4	5	6	7	8	9	10	8
2.	Кількість поверхів	1	2	3	5	7	9	12	12	16	16
3.	Довжина будинку вздовж лінії забудови, м	10	15	20	20	30	30	35	40	40	60

Таблиця 2.6 – Кліматичні умови

№ п/п	Показник	Варіант									
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1.	Швидкість вітру, м/с	1	1,5	1,8	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5
2.	Кут між напрямом вітру та магістраллю, град	5	10	20	30	40	30	60	70	80	90

2.3 Практична робота № 1

«Визначення середнього значення пробігового викиду шкідливих речовин (CO, C_nH_m, NO_x)»

2.3.1 Методичні вказівки

Транспортні вузли та частота їх розташування істотно позначаються на обсягові, складі відпрацьованих газів автомобілів та на рівні забруднення повітря ділянок міських магістралей. Тому середнє значення викиду CO одним автомобілем q_j^{co} розрахункового j-го типу (легкового або вантажного) на ділянці магістралі, що складається з перегону та регульованого перехрестя, визначається за залежністю, г/км [2]:

$$q_j^{co} = \{ \delta_{oi} L_n^{-1} [a_j V_j + v_j T_u (1 - \lambda) + c_j] + d_j V_j^{-1} + e_j \} IPR_j^{co}, \quad (2.1)$$

де δ_{oi} – частка автомобілів, що зупинились у перехрестя:

$$\delta_{oi} = \frac{1 - \lambda_3}{1 - y_3}, \quad (2.2)$$

де λ_3 – ефективна частка зеленої фази в циклі регулювання:

$$\lambda_3 = \frac{t_{ef.3}}{\dot{O}_3}, \quad (2.3)$$

де $t_{ef.3}$ – ефективна тривалість зеленої фази з урахуванням стартових затримок, с;

T_u – тривалість циклу світлофорного регулювання, с;

y_3 – фазовий коефіцієнт зеленої фази регулювання:

$$y_{\zeta} = \frac{N}{M_{\zeta}}, \quad (2.4)$$

де N – фізична інтенсивність руху, авт/год (табл. 2.2);

M_n – потік насичення, який визначається з урахуванням складу транспортного потоку, авт/год;

$$M_{\zeta} = \frac{3600}{3,45 - 1,15\Delta_{\zeta}}, \quad (2.5)$$

Δ_n – частка легкових автомобілів у транспортному потоці;

a_j, b_j, c_j, d_j , та e_j – постійні коефіцієнти, значення яких наведено в таблиці 2.7.

Таблиця 2.7 – Значення постійних коефіцієнтів

Розрахунковий автомобіль	a_j	b_j	c_j	d_j	e_j
Легковий	0,171	0,041	-2,74	68,0	9,65
Вантажний	0,656	0,125	-7,50	-604,8	49,0

L_n – довжина перегону, км;

V_j – середня швидкість установленого руху на перегоні, км/год, яка для легкових та вантажних автомобілів, що рухаються в транспортному потоці, визначається так:

$$V_{\zeta} = [1 + 0,24 \cdot (1 - \Delta_{\zeta}) \cdot (1 - Z)] \cdot V, \quad (2.6)$$

$$V_{\hat{a}} = [1 - 0,24 \cdot \Delta_{\zeta} \cdot (1 - Z)] \cdot V, \quad (2.7)$$

де Z – коефіцієнт завантаження дороги рухом:

$$Z = \frac{N}{N'_{\max}}, \quad (2.8)$$

де N'_{\max} – максимальна інтенсивність руху на одній смузі, авт/год [2]:

$$N'_{\max} = (1070 + 530 \cdot \Delta_{\zeta}) \cdot \psi, \quad (2.9)$$

ψ – емпіричний параметр, що враховує сумісний вплив світлофорного регулювання та довжини перегону на зміну щільності потоку [2, с. 20]:

$$\psi = \lambda_C + \frac{1}{2} \cdot (1 - \lambda_C) \cdot L_i, \quad (2.10)$$

де L_n – довжина перегону, км (табл. 2.1).

При безперервному русі або довжині перегону більше 2 км параметр ψ варто приймати рівним одиниці.

V – середня швидкість потоку, км/год (табл. 2.2);

$\dot{I} R_j^{CO}$ – добуток поправкових коефіцієнтів, які враховують вплив ряду факторів на зміну кількості CO, що виділяється автомобілем j-го типу:

$$\dot{I} R_{\ddot{e}}^{CO} = 2,07 - 0,09 \cdot (\dot{O} - 2001); \quad (2.11)$$

$$\dot{I} R_{\hat{a}}^{CO} = 2,26 - 0,07 \cdot (\dot{O} - 2001), \quad (2.12)$$

де T – розрахунковий рік визначення викиду CO ($T=2011$ рік).

Пробіговий викид окисів азоту визначається також для легкових і вантажних автомобілів окремо за залежностями, г/км:

$$q_{\ddot{e}}^{NO} = 2,3 + 0,1 \cdot (V_{\ddot{e}} - 34) - 0,05 \cdot (\dot{O} - 2001); \quad (2.13)$$

$$q_{\hat{a}}^{NO} = 8,00 + 0,17 \cdot (V_{\hat{a}} - 34) - 0,15 \cdot (\dot{O} - 2001). \quad (2.14)$$

Нормативні значення пробігових викидів CO ($q_{\ddot{e}}^{CO}$ та $q_{\hat{a}}^{CO}$) і NO ($q_{\ddot{e}}^{NO}$ та $q_{\hat{a}}^{NO}$) залежно від типів транспортних засобів наведено у таблицях 2.8, 2.9 та 2.10.

Таблиця 2.8 – Норми шкідливих викидів дорожніми транспортними засобами (ДТЗ), визначених згідно з Директивою 98/69/ЕС (уведено в дію 01.01.2003 року)

Контроль маси ДТЗ, M , кг	Тип двигуна	Норми шкідливих викидів, г/км	
		CO	NO
$M \leq 1305$	бензиновий	3,2	0,6
	дизель	3,2	1,2
$1305 < M \leq 1760$	бензиновий	5,8	0,7
	дизель	4,0	1,6
$M > 1760$	бензиновий	7,3	0,8
	дизель	4,8	1,9

Таблиця 2.9 – Норми шкідливих викидів пасажирськими ДТЗ повною масою до 2,5 т згідно з Директивою 98/69/ЄС – «Євро-3» і «Євро-4»

Шкідливі викиди	Норми шкідливих викидів ДТЗ, г/км			
	3 01.2000 – «Євро-3»		3 01.2005 – «Євро-4»	
	Бензинові двигуни	Дизелі	Бензинові двигуни	Дизелі
CO	2,3	0,64	1,0	0,5
NO	0,15	0,5	0,08	0,25

Таблиця 2.10 – Норми шкідливих викидів великими пасажирськими ДТЗ масою більше і легковими вантажівками масою до 3,5 т згідно з Директивою 98/69/ЄС – «Євро-3» і «Євро-4»

Контроль маси ДТЗ, M, кг	Тип двигуна	Норми шкідливих викидів, г/км	
		CO	NO
«ЄВРО-3»			
$M \leq 1305$	бензиновий	2,3	0,15
	дизель	0,64	0,5
$1305 < M \leq 1760$	бензиновий	4,17	0,18
	дизель	0,8	0,65
$M > 1760$	бензиновий	5,22	0,21
	дизель	0,95	0,78
«ЄВРО-4»			
$M \leq 1305$	бензиновий	1,0	0,08
	дизель	0,5	0,25
$1305 < M \leq 1760$	бензиновий	1,81	0,1
	дизель	0,63	0,33
$M > 1760$	бензиновий	2,27	0,11
	дизель	0,74	0,39

Викид шкідливих речовин CO та NO в тонах ($q_{\bar{e}}^{CO}$, $q_{\hat{a}}^{CO}$, $q_{\bar{e}}^{NO}$, $q_{\hat{a}}^{NO}$) на ділянці магістралі, що складається з перегону та регульованого перехрестя, за умови, що транспортний потік щоденно буде рухатись до 12 годин, визначається наступним чином:

$$Q_l^{CO} = q_l^{CO} \cdot N \cdot \Delta_l \cdot L_n \cdot T \cdot 10^{-6} \text{ т}; \quad (2.15)$$

$$Q_{\hat{a}}^{\tilde{N}i} = q_{\hat{a}}^{\tilde{N}i} \cdot N \cdot (1 - \Delta_{\bar{e}}) \cdot L_i \cdot \dot{O} \cdot 10^{-6} \text{ } \delta; \quad (2.16)$$

$$Q_l^{NO} = q_l^{NO} \cdot N \cdot \Delta_l \cdot L_n \cdot T \cdot 10^{-6} \text{ т}; \quad (2.17)$$

$$Q_e^{NO} = q_e^{NO} \cdot N \cdot (1 - \Delta_l) \cdot L_n \cdot T \cdot 10^{-6} \text{ т}. \quad (2.18)$$

Результати розрахунків пробігових викидів CO ($q_{\ddot{e}}^{CO}$ та $q_{\hat{a}}^{CO}$) і NO ($q_{\ddot{e}}^{NO}$ та $q_{\hat{a}}^{NO}$) необхідно зіставити з нормативними їх значеннями (таблиці 2.8 – 2.10). За наявності відхилень запропонувати заходи щодо скорочення пробігових викидів. Наприклад, оптимізувати склад транспортного потоку, швидкісний режим, цикл регулювання, знизити рівень завантаження магістралі, скоротити кількість перетинань пішохідних і транспортних потоків. Далі розрахувати річні викиди шкідливих речовин до і після впровадження запропонованих заходів. Зробити висновок щодо їх ефективності.

2.3.2 Приклад виконання практичної роботи

Визначити середнє значення пробігового викиду шкідливих речовин CO та NO на довжині перегону $L_n = 0,3$ км із перехрестям, де встановлено світлофорне регулювання з тривалістю циклу $T_u = 52$ с та ефективною тривалістю зеленої фази $t_{ef.z} = 28$ с, за інтенсивності руху $N = 400$ авт/год, якщо частка легкових автомобілів у транспортному потоці складає $\Delta_l = 30\% = 0,3$ і середня швидкість потоку є $V = 50$ км/год.

Рішення прикладу

За залежністю (2.5) визначаємо потік насичення M_n :

$$M_n = \frac{3600}{3,45 - 1,15\Delta_l} = \frac{3600}{3,45 - 1,15 \cdot 0,3} = 1159 \text{ авт / год.}$$

За залежністю (2.4) визначаємо фазовий коефіцієнт y_3 :

$$y_3 = \frac{N}{M_n} = \frac{400}{1159} = 0,345.$$

За залежністю (2.3) визначаємо ефективну частку фази в циклі регулювання:

$$\lambda_{\zeta} = \frac{t_{\hat{a}\hat{o}.\zeta}}{\dot{O}_{\ddot{o}}} = \frac{28}{52} = 0,538.$$

За залежністю (2.10) визначаємо параметр, який враховує сумісний вплив світлофорного регулювання та довжини перегону на зміну щільності потоку:

$$\psi = \lambda_{\zeta} + \frac{1}{2} \cdot (1 - \lambda_{\zeta}) \cdot L_i = 0,538 + \frac{1}{2} \cdot (1 - 0,538) \cdot 0,3 = 0,607.$$

За залежністю (2.9) визначаємо максимальну інтенсивність руху на одній смузі, авт/год:

$$N'_{\max} = (1070 + 530 \cdot \Delta_{\xi}) \cdot \psi = (1070 + 530 \cdot 0,3) \cdot 0,607 = 746 \quad \text{авт/год}.$$

За залежністю (2.8) визначаємо коефіцієнт завантаження дороги рухом:

$$Z = \frac{N}{N'_{\max}} = \frac{400}{746} = 0,536.$$

За залежністю (2.2) визначаємо частку автомобілів, що зупинились на підході до перехрестя:

$$\delta_{oi} = \frac{1 - \lambda_3}{1 - y_3} = \frac{1 - 0,538}{1 - 0,345} = 0,705.$$

За залежностями (2.6) та (2.7) визначаємо середню швидкість устанавленого руху на перегоні в км/год для легкових та вантажних автомобілів:

$$V_{\xi} = [1 + 0,24 \cdot (1 - \Delta_{\xi}) \cdot (1 - Z)] \cdot V = [1 + 0,24 \cdot (1 - 0,3) \cdot (1 - 0,536)] \cdot 50 = 53,9 \quad \text{км/год};$$

$$V_{\hat{a}} = [1 - 0,24 \cdot \Delta_{\xi} \cdot (1 - Z)] \cdot V = [1 - 0,24 \cdot 0,3 \cdot (1 - 0,536)] \cdot 50 = 48,3 \quad \text{км/год}.$$

За залежностями (2.11) та (2.12) визначаємо добуток поправкових коефіцієнтів, які враховують вплив ряду факторів на зміну кількості CO, що виділяється легковими та вантажними автомобілями:

$$\check{I} R_{\xi}^{co} = 2,07 - 0,09 \cdot (\check{O} - 2001) = 2,07 - 0,09 \cdot (2011 - 2001) = 1,17;$$

$$\check{I} R_{\hat{a}}^{co} = 2,26 - 0,07 \cdot (\check{O} - 2001) = 2,26 - 0,07 \cdot (2011 - 2001) = 1,56.$$

За залежністю (2.1) визначаємо середнє значення викиду CO в г/км одним легковим та вантажним автомобілями на ділянці магістралі, що складається з перегону та регульованого перехрестя:

Екологічні характеристики транспортних систем міст

$$\begin{aligned}
 q_{\ddot{e}}^{CO} &= \{\delta_{o\ddot{e}} L_n^{-1} [a_{\ddot{e}} V_{\ddot{e}} + \hat{a}_{\ddot{e}} T_{\ddot{e}} (1 - \lambda) + c_{\ddot{e}}] + d_{\ddot{e}} V_{\ddot{e}}^{-1} + e_{\ddot{e}}\} \ddot{I} R_{\ddot{e}}^{CO} = \\
 &= \{0,705 \cdot 0,3^{-1} \cdot [0,171 \cdot 52,7 + 0,041 \cdot 52 \cdot (1 - 0,538) - 2,74] + \\
 &\quad + 68 \cdot 52,7^{-1} + 9,65\} \cdot 1,17 = 33,3 \text{ } \ddot{a} / \hat{e} \ddot{i} ;
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 q_{\hat{a}}^{CO} &= \{\delta_{o\hat{a}} L_n^{-1} [a_{\hat{a}} V_{\hat{a}} + \hat{a}_{\hat{a}} T_{\hat{a}} (1 - \lambda) + c_{\hat{a}}] + d_{\hat{a}} V_{\hat{a}}^{-1} + e_{\hat{a}}\} \ddot{I} R_{\hat{a}}^{CO} = \\
 &= \{0,705 \cdot 0,3^{-1} \cdot [0,656 \cdot 48,3 + 0,125 \cdot 52 \cdot (1 - 0,538) - 7,5] - \\
 &\quad - 604,8 \cdot 48,3^{-1} + 49\} \cdot 1,56 = 156,6 \text{ } \ddot{a} / \hat{e} \ddot{i} .
 \end{aligned}$$

За залежностями (2.13) та (2.14) визначаємо пробіговий викид оксидів азоту для легкових та вантажних автомобілів:

$$\begin{aligned}
 q_{\ddot{e}}^{NO} &= 2,3 + 0,1 \cdot (V_{\ddot{e}} - 34) - 0,05 \cdot (\dot{O} - 2001) = 2,3 + 0,1 \times \\
 &\quad \times (52,7 - 34) - 0,05 \cdot (2011 - 2001) = 3,67 \text{ } \ddot{a} / \hat{e} \ddot{i} ;
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 q_{\hat{a}}^{NO} &= 8,00 + 0,17 \cdot (V_{\hat{a}} - 34) - 0,15 \cdot (\dot{O} - 2001) = \\
 &= 8,00 + 0,17 \cdot (48,3 - 34) - 0,15 \cdot (2011 - 2001) = 8,93 \text{ } \ddot{a} / \hat{e} \ddot{i} .
 \end{aligned}$$

Визначимо за рік викид шкідливих речовин CO та NO в тоннах ($Q_{\ddot{e}}^{CO}, Q_{\hat{a}}^{CO}, Q_{\ddot{e}}^{NO}, Q_{\hat{a}}^{NO}$) на ділянці магістралі, що складається з перегону та регульованого перехрестя, за умови, що транспортний потік щоденно буде рухатись до 12 годин (за рік кількість годин буде $T=12 \cdot 365=4380$ годин):

$$\begin{aligned}
 Q_{\ddot{e}}^{\ddot{N}\hat{I}} &= q_{\ddot{e}}^{\ddot{N}\hat{I}} \cdot N \cdot \Delta_{\ddot{e}} \cdot L_{\ddot{e}} \cdot \dot{O} \cdot 10^{-6} = \\
 &= 33,3 \cdot 400 \cdot 0,3 \cdot 0,3 \cdot 4380 \cdot 10^{-6} = 5,25 \text{ } \dot{o} ;
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Q_{\hat{a}}^{\ddot{N}\hat{I}} &= q_{\hat{a}}^{\ddot{N}\hat{I}} \cdot N \cdot (1 - \Delta_{\ddot{e}}) \cdot L_{\ddot{e}} \cdot \dot{O} \cdot 10^{-6} = \\
 &= 156,6 \cdot 400 \cdot (1 - 0,3) \cdot 0,3 \cdot 4380 \cdot 10^{-6} = 57,62 \text{ } \dot{o} ;
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Q_{\ddot{e}}^{NO} &= q_{\ddot{e}}^{NO} \cdot N \cdot \Delta_{\ddot{e}} \cdot L_{\ddot{e}} \cdot \dot{O} \cdot 10^{-6} = \\
 &= 3,67 \cdot 400 \cdot 0,3 \cdot 0,3 \cdot 4380 \cdot 10^{-6} = 0,58 \text{ } \dot{o} ;
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Q_{\hat{a}}^{NO} &= q_{\hat{a}}^{NO} \cdot N \cdot (1 - \Delta_{\ddot{e}}) \cdot L_{\ddot{e}} \cdot \dot{O} \cdot 10^{-6} = \\
 &= 8,93 \cdot 400 \cdot (1 - 0,3) \cdot 0,3 \cdot 4380 \cdot 10^{-6} = 3,29 \text{ } \dot{o} .
 \end{aligned}$$

Разом буде:

$$Q = Q_{\ddot{e}}^{CO} + Q_{\dot{a}}^{CO} + Q_{\ddot{e}}^{NO} + Q_{\dot{a}}^{NO} =$$

$$= 5,25 + 57,62 + 0,58 + 3,29 = 66,74 \text{ т}.$$

Отримане середнє значення пробігового викиду CO легковими автомобілями перевищує нормативне (таблиця 2.8) у 4,5 рази, вантажними автомобілями – у 32,6. Середнє значення пробігового викиду NO легковими автомобілями перевищує нормативне у 4,6 рази, вантажними – у 4,7. За рік викиди шкідливих речовин CO та NO на ділянці магістралі склали 66,74 т. Отримані результати доцільно використовувати за необхідності у курсовому та дипломному проектуванні. На їх підставі розробляються заходи щодо зниження забруднення навколишнього середовища, конкретний зміст яких наведено в роботі [3] або в лекціях до курсу «Екологічні характеристики транспортних систем міст». Впровадження заходів дозволяє встановити зміну пробігових (в г/км) та річних (в т) викидів токсичних компонентів (CO та NO) і поліпшити екологію в придорожній зоні.

2.4 Практична робота № 2

«Визначення середнього значення інтенсивності викидів шкідливих речовин»

2.4.1 Методичні вказівки

Викиди CO Q_{CO} за одиницю часу на ділянці магістралі одиничної довжини від транспортного потоку, що рухається в одному напрямі, становлять, мг/(м·с):

$$Q_{CO} = 2,78 \cdot 10^{-4} \sum_{j=1}^2 q_j^{CO} \cdot N_{pj}, \quad (2.19)$$

де q_j^{CO} – пробіговий викид CO автомобілем j -го типу (формула 2.1);

N_{pj} – інтенсивність руху розрахункових автомобілів j -го типу (легкового чи вантажного) на ділянці магістралі, авт/год. Визначається залежно від коефіцієнтів приведення за викидами CO (табл. 2.11).

Таблиця 2.11 – Коефіцієнти приведення за викидом CO для типу розрахункового автомобіля [2]

Тип транспортного засобу	Коефіцієнт приведення за викидом CO для типу розрахункового автомобіля	
	Легковий	Вантажний
1	2	3
Легковий автомобіль	1,00	-
Вантажний автомобіль вантажністю, т:		
- до 2	1,5	-
- 2 ... 5	-	1,0
- 10 ... 15	-	1,85
- 15	-	2,50
Автобус пасажиромісткістю	1,4	-
- малої	-	1,00
- середньої	-	1,85
- великої	-	2,25

Примітка:

1. У разі значної різниці складу потоку від прийнятого для визначення розрахункової інтенсивності руху легкових автомобілів (співвідношення в потоці автомобілів середнього, малого й особливо малого класів відповідно 35, 60 і 5%) приймаються наступні коефіцієнти приведення до легкового автомобіля: для автомобілів середнього класу – 1,4; малого – 1,0; особливо малого – 0,7.

2. Для дизельних вантажних автомобілів і автобусів коефіцієнт приведення варто множити на 0,14, а для газобалонних автомобілів – на 0,25.

$$N_{pl} = (1 \cdot \Delta_l + K_{nv} \cdot \Delta_v + K_{na} \cdot \Delta_a) \cdot N, \quad (2.20)$$

де N_{pl} – приведена інтенсивність руху легкових автомобілів, авт/год;

K_{nv} , K_{na} – коефіцієнт приведення відповідно вантажних автомобілів та автобусів за викидами CO до легкового автомобіля (табл. 2.11);

Δ_l – частка легкових автомобілів у транспортному потоці (табл. 2.3);

Δ_v – частки вантажних автомобілів масою до 2 т у транспортному потоці (табл. 2.3);

Δ_a – частки автобусів особливо малого класу у транспортному потоці (табл. 2.3);

N – фізична інтенсивність руху, авт/год (табл. 2.2).

$$N_{pv} = \left(\sum K_{nvi} \cdot \Delta_{vi} + \sum K_{nai} \cdot \Delta_{ai} \right) \cdot N, \quad (2.21)$$

де N_{pv} – приведена інтенсивність руху вантажних автомобілів, авт/год;

K_{nvi} , K_{nai} – коефіцієнти приведення до вантажного автомобіля відповідно вантажних автомобілів, вантажністю 2 – 5, 10 – 15 та вище 15 т, а також автобусів малої, середньої та великої пасажиромісткості (табл. 2.11);

Δ_{vi} , Δ_{ai} – частка вантажних автомобілів, вантажністю 2 – 5, 10 – 15 та вище 15 т в транспортному потоці, а також автобусів малої, середньої та великої пасажиромісткості (табл. 2.3).

Викиди Q_{CH} вуглеводів $\tilde{N}_m \dot{I}_m$ від транспортного потоку в одному напрямі на ділянці магістралі становлять, мг/(м·с):

$$Q_{CH} = 2,78 \cdot 10^{-5} \cdot [1,57 - 0,08 \cdot (\dot{O} - 2001)] \cdot (\bar{q}_{\dot{e}}^{\tilde{N}I} \cdot N_{\dot{e}} + \bar{q}_{\dot{a}}^{\tilde{N}I} \cdot N_{\dot{a}}), \quad (2.22)$$

де \bar{q}^{CO} – умовний пробіговий викид CO від автомобіля розрахункового типу без урахування добутку коефіцієнтів PR_j^{CO} ;

$N_{\dot{e}}$ та $N_{\dot{a}}$ – фізична інтенсивність руху легкових та вантажних автомобілів, авт/год:

$$N_{\dot{e}} = (\Delta_{\dot{e}} + \Delta_{\dot{a}} + \Delta_{\dot{a}}) \cdot N, \quad (2.23)$$

$$N_{\dot{a}} = N - N_{\dot{e}}. \quad (2.24)$$

Викиди окисів азоту Q_{NO} , мг/(м·с):

$$Q_{NO} = 2,78 \cdot 10^{-4} \cdot (q_l^{NO} \cdot N_l + q_e^{NO} \cdot N_e), \quad (2.25)$$

де q_e^{NO} , q_a^{NO} – пробіговий викид окисів азоту для легкових та вантажних автомобілів (формули 2.13, 2.14).

За результатами розрахунків зробити висновок відносно отриманих значень інтенсивностей викидів шкідливих речовин та порівняти їх з нормативними, які наведено у таблиці 2.12.

Склад руху прийнято наступним: легковий рух – більше 70 % легкових автомобілів у потоці, змішаний – 45 – 75 %, вантажний – менше 45 %.

Розраховані значення є підставою для визначення концентрації шкідливих речовин (C_{CO} , C_{CH} , C_{NO}) (практична робота № 3), відносне сумарне значення яких є підставою для розробки заходів до зниження цих

концентрацій (у разі потреби). Розробка заходів буде виконана в практичній роботі № 4.

2.4.2 Приклад виконання практичної роботи

Визначити середнє значення інтенсивності викидів шкідливих речовин вуглеводів ($\tilde{N}I$, $\tilde{N}_n I_m$, NO) $Q_{\tilde{N}I}$, $Q_{\tilde{N}H}$ та Q_{NI} за варіантом завдання студентів з таблиць 2.2 та 2.3. Середнє значення пробігового викиду шкідливих речовин q^{CI} , q^{NI} (CO та NO) необхідно взяти з прикладу 2.3.2.

Таблиця 2.12 – Нормативне значення викидів токсичних компонентів відпрацьованих газів [2, с. 58]

Категорія вулиць і доріг	Склад транспортного потоку	Викид токсичних компонентів відпрацьованих газів, кг/(км·год)		
		CO	C _n H _m	NO _x
Швидкісні дороги	Легковий	101,4–131,4	7,4–9,2	29,6–37,1
Магістральні вулиці і дороги:				
загальноміського значення:				
безперервного руху	Легковий	128,4–168,0	9,1–11,9	27,0–35,1
	Змішаний	152,7–204,0	10,8–14,4	26,5–35,4
регульованого руху	Легковий	72,7–90,8	5,2–6,6	10,4–13,0
	Змішаний	82,6–106,3	5,9–7,5	9,9–12,7
районного значення	Легковий	79,4–99,3	5,7–7,2	9,3–11,6
	Змішаний	89,7–115,0	6,5–8,3	8,6–11,0
Дороги вантажного руху	Вантажний	54,4–69,8	3,9–5,0	4,8–6,2

Рішення прикладу.

Визначаємо інтенсивність розрахункових легкових $N_{\delta\ddot{e}}$ та вантажних $N_{\delta\hat{a}}$ автомобілів на ділянці магістралі, авт/год:

$$N_{\delta\ddot{e}} = (1 \cdot \Delta_{\ddot{e}} + \hat{E}_{\ddot{e}\hat{a}} \cdot \Delta_{\hat{a}} + \hat{E}_{\ddot{e}\hat{a}} \cdot \Delta_{\hat{a}}) \cdot N = (1 \cdot 0,3 + 1,5 \cdot 0,05 + 1,4 \cdot 0,10) \cdot 400 = 206 \text{ авт/год};$$

$$N_{\delta\hat{a}} = \left(\sum \hat{E}_{\hat{v}\hat{a}^3} \cdot \Delta_{\hat{a}^3} + \sum \hat{E}_{\hat{v}\hat{a}^3} \cdot \Delta_{\hat{a}^3} \right) \cdot N = (1 \cdot 0,15 + 1,85 \cdot 0,1 + 2,5 \cdot 0,1 + 1 \cdot 0,1 + 2,25 \cdot 0,1) \cdot 400 = 364 \text{ \AA} / \tilde{a} \ddot{a}.$$

За залежністю (2.19) визначаємо величину Q_{CO} :

$$Q_{CO} = 2,78 \cdot 10^{-4} \cdot (33,3 \cdot 206 + 156,6 \cdot 364) = 17,75 \text{ \AA} / (\tilde{a} \cdot \tilde{n}).$$

Визначаємо інтенсивність руху фізичних одиниць легкових та вантажних автомобілів, авт/год:

$$N_{\ddot{e}} = (\Delta_{\ddot{e}} + \Delta_{\hat{a}} + \Delta_{\hat{a}}) \cdot N = (0,3 + 0,05 + 0,10) \cdot 400 = 180 \text{ \AA} / \tilde{a} \ddot{a};$$

$$N_{\hat{a}} = N - N_{\ddot{e}} = 400 - 180 = 220 \text{ \AA} / \tilde{a} \ddot{a}.$$

Визначаємо умовний пробіговий викид CO $\bar{q}_{\ddot{e}}^{\tilde{N}\hat{I}}$ та $\bar{q}_{\hat{a}}^{\tilde{N}\hat{I}}$ від легкового та вантажного автомобілів розрахункового типу (2.1) без урахування добутку коефіцієнтів $\ddot{I} R_{\ddot{e}}^{\tilde{N}\hat{I}}$ (2.11) та $\ddot{I} R_{\hat{a}}^{\tilde{N}\hat{I}}$ (2.12):

$$\bar{q}_{\hat{a}}^{CO} = \frac{q_{\hat{a}}^{CO}}{PR_{\hat{a}}^{CO}} = \frac{33,3}{1,17} = 28,46;$$

$$\bar{q}_{\ddot{e}}^{CO} = \frac{q_{\ddot{e}}^{CO}}{PR_{\ddot{e}}^{CO}} = \frac{156,6}{1,56} = 100,4.$$

За залежністю (2.22) визначаємо величину Q_{CH} :

$$Q_{CH} = 2,78 \cdot 10^{-5} \cdot [1,57 - 0,08 \cdot (2011 - 2001)] \times \\ \times (28,46 \cdot 180 + 100,4 \cdot 220) = 0,58 \text{ \AA} / (\tilde{a} \cdot \tilde{n}).$$

За залежністю (2.25) визначаємо величину Q_{NO} :

$$Q_{NO} = 2,78 \cdot 10^{-4} \cdot (3,67 \cdot 180 + 8,93 \cdot 220) = 0,73 \text{ мг} / (\text{м} \cdot \text{с}).$$

Оскільки задано ділянку магістральної дороги з регульованим рухом та змішаним складом транспортного потоку, то згідно з таблицею 2.12, де наведено можливі викиди токсичних компонентів відпрацьованих газів, ми бачимо, що інтенсивність викидів CO (Q_{CO}) нижче нормативного значення в 1,3 рази, Q_{NO} – в 3,8 рази, а Q_{CH} – в 2,8 рази.

2.5 Практична робота № 3

«Обчислення концентрації токсичних компонентів в атмосферному повітрі»

2.5.1 Методичні вказівки

Розрахункова середньодобова концентрація шкідливої речовини, що викидається разом з відпрацьованими газами автомобілів на краю проїзної частини, визначається за залежністю [2]:

$$C = \frac{D \cdot \psi \cdot Q \cdot Z}{V \cdot A_1}, \quad (2.26)$$

де D – коефіцієнт, що враховує вплив кількості поверхів примагістральної забудови на турбулентність вітрового потоку; значення коефіцієнту D вибирають залежно від усередненої кількості поверхів примагістральної забудови $h_{\text{серед}}$ (таблиця 2.13):

$$h_{\text{серед}} = \frac{\sum_{k=1}^n h_k \cdot l_k}{\sum_{k=1}^n l_k}, \quad (2.27)$$

де n – кількість будинків примагістральної забудови, що прилягають до боку ділянки магістралі що розглядається;

h_k – кількість поверхів k -го будинку ділянки магістралі, що розглядається ($k = 1, 2, \dots, n$);

l_k – довжина фасаду k -го будинку, що повернутий до магістралі, м (табл. 2.5).

Таблиця 2.13 – Значення поправкового коефіцієнта D залежно від усередненої кількості поверхів $h_{\text{серед}}$ примагістральної забудови

$h_{\text{серед}}$	<3	3 ... 4,9	5 ... 6,9	7 ... 11,9	12 ... 21,9	>22
D	1,00	0,9	0,8	0,7	0,65	0,60

ψ – коефіцієнт стабільності вітрового потоку, що враховує вплив поривчастості вітрового потоку і несталості його напрямку на зміну концентрацій:

$$\psi = \frac{\theta}{\Delta V}, \quad (2.28)$$

де θ – параметр, що враховує повторення різних напрямів вітрового потоку відносно осі магістралі; $\theta = 0,55 \dots 0,90$ [1, с. 13];

ΔV – параметр, що враховує нерівномірність швидкості вітрового потоку – поривчастість; $\Delta V = 0,8$ [1, с. 13];

Q – інтенсивність викиду забруднюючої речовини від потоку автомобілів для розрахункового періоду з урахуванням нерівномірності їх руху, мг/(м·с) (формули 2.19, 2.22, 2.25);

Z – комплексний параметр, що враховує зниження концентрації шкідливої речовини з віддаленням розрахункової точки від лінійного джерела викиду на відстань X та умови турбулентності (таблиця 2.14) [2].

Таблиця 2.14 – Значення параметра Z , що враховує зниження концентрації з віддаленням розрахункової точки від краю проїзної частини на відстань X

$X, \text{ м}$	0	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20
Z	1	0,94	0,82	0,76	0,7	0,6	0,58	0,53	0,5	0,48	0,45

Продовження таблиці 2.14

$X, \text{ м}$	22	24	26	28	30	32	34	36	38	40
Z	0,4	0,39	0,38	0,35	0,32	0,32	0,30	0,29	0,28	0,27

V – розрахункова швидкість вітрового потоку, м/с (табл. 2.6);

A_I – коефіцієнт ажурності, що враховує вплив щільності забудови примагістральної території. Значення коефіцієнта A_I , залежно від відносної довжини розривів між будинками Δl , приймаються за таблицею 2.15 [2].

Таблиця 2.15 – Значення коефіцієнта A_I залежно від довжини розривів Δl

$\Delta l, \%$	10...19	20...29	30...39	40...49	50...60	60
A_I	0,59...0,71	0,72...0,82	0,82...0,90	0,90...0,97	0,97...1,00	1,00

Відносна довжина розривів між будинками:

$$\Delta l = 100 \left(1 - \sum_{k=1}^n \frac{l_k}{L_n} \right), \quad (2.29)$$

де l_k – довжина фасаду k -го будинку, що повернутий до магістралі, км;

L_n – довжина перегону, км.

Розрахункова середньодобова концентрація шкідливої речовини відпрацьованих газів автомобілів на перехресті міських магістралей:

$$C_{i \text{ ад}} = C_1 \cdot \left(1 + \frac{N_1}{N_2} \right), \quad (2.30)$$

де C_1 – максимальна концентрація шкідливої речовини в повітрі головної магістралі, мг/м³;

N_1 та N_2 – фізична інтенсивність руху транспортного потоку відповідно по головній та другорядній магістралям, авт/год.

Можливі концентрації токсичних компонентів газів автомобілів, що відробили, на лінії забудови (на краю магістралі) наведено в таблиці 2.16.

Розробити заходи щодо зниження концентрації токсичних компонентів газів (у разі потреби) потрібно в практичній роботі № 4.

Таблиця 2.16 – Можливі концентрації токсичних компонентів газів, що відробили, у повітрі на краю магістралі, мг/м³

Категорія вулиць і доріг	Склад транспортно-го потоку	Токсичні компоненти		
		Окис вуглецю	Вуглеводні	Окиси азоту
Швидкісні дороги	Легковий	16,5-28,2	1,8-3,2	6,8-8,0
Магістральні вулиці і дороги:				
загальноміського значення:				
безперервного руху	Легковий	54,3-66,0	6,0-7,7	12,6-5,5
	Змішаний	65,0-85,8	5,4-6,9	9,9-12,0
регульованого руху	Легковий	41,4-51,3	4,2-5,1	8,4-10,2
	Змішаний	36,5-45,3	3,5-4,5	6,6-8,2
районного значення	Легковий	37,3-46,7	3,5-4,6	6,1-7,7
	Змішаний	41,4-51,8	4,2-5,3	7,5-9,5
Дороги вантажного руху	Вантажний	14,9-18,6	1,4-1,9	2,7-3,2

2.5.2 Приклад виконання практичної роботи

Кількість будинків на перегоні (n) – 8. Середня кількість поверхів забудови ($h_{\tilde{n}\tilde{a}\tilde{\delta}}$) – 7. Довжина будинку уздовж лінії забудови (l_k) – 30 м. Швидкість вітру (V) – 1 м/с. Кут між напрямом вітру і магістраллю – 60° . Відстань від краю проїзної частини до лінії забудови – 20 м. Величини $Q_{CO} = 17,75$ мг/(м·с), $Q_{CH} = 0,58$ мг/(м·с) та $Q_{NO} = 0,73$ мг/(м·с) прийняті згідно з прикладом 2.4.2 (с. 29). Довжина перегону (L_n) – 0,3 км. Розрахувати значення концентрацій шкідливих речовин на ділянці від краю проїзної частини до лінії забудови для п'яти розрахункових точок, що розташовані одна від однієї на однаковій відстані (орієнтовно 5 м) під кутом 90° до проїзної частини.

Рішення прикладу

За таблицею 2.13 визначаємо коефіцієнт D залежно від $h_{\tilde{n}\tilde{a}\tilde{\delta}} = 7$: $D=0,7$.

За залежністю (2.28) визначаємо величину ψ :

$$\psi = \frac{0,60}{0,80} = 0,75.$$

За залежністю (2.29) визначаємо величину Δl при $l_k = 0,03$ км; $n = 8$ будинків та $L_n = 0,3$ км:

$$\Delta l = 100 \cdot \left(1 - \frac{8 \cdot 0,03}{0,3} \right) = 20\%.$$

За таблицею 2.15 визначаємо величину A_1 : $A_1 = 0,72$.

Концентрації шкідливих речовин на краю проїзної частини, тобто при $X = 0$ (тоді за таблицею 2.14 буде $Z = 1$):

$$C_{CO} = \frac{D \cdot \psi \cdot Q_{CO} \cdot Z}{V \cdot A_1} = \frac{0,7 \cdot 0,75 \cdot 17,75 \cdot 1}{1 \cdot 0,72} = 12,9 \text{ } \tilde{a} / \tilde{t}^3;$$

$$C_{CH} = \frac{D \cdot \psi \cdot Q_{CH} \cdot Z}{V \cdot A_1} = \frac{0,7 \cdot 0,75 \cdot 0,58 \cdot 1}{1 \cdot 0,72} = 0,42 \text{ } \tilde{a} / \tilde{t}^3;$$

$$C_{NO} = \frac{D \cdot \psi \cdot Q_{NO} \cdot Z}{V \cdot A_1} = \frac{0,7 \cdot 0,75 \cdot 0,73 \cdot 1}{1 \cdot 0,72} = 0,53 \text{ і } \bar{a}/\bar{i}^3.$$

Вибираємо п'ять розрахункових точок від краю проїзної частини до лінії забудови, які розташовані одна від одної на орієнтовно однаковій відстані під кутом 90° до проїзної частини X , м: 0; 5; 10; 15; 20.

Враховуємо те, що кут між напрямом вітру і магістраллю дорівнює 60° . Необхідно визначити параметр Z для значень розрахункових точок, обчислених згідно з рисунком 2.1, за залежністю

$$X_p = \frac{X}{\sin \alpha}. \quad (2.31)$$

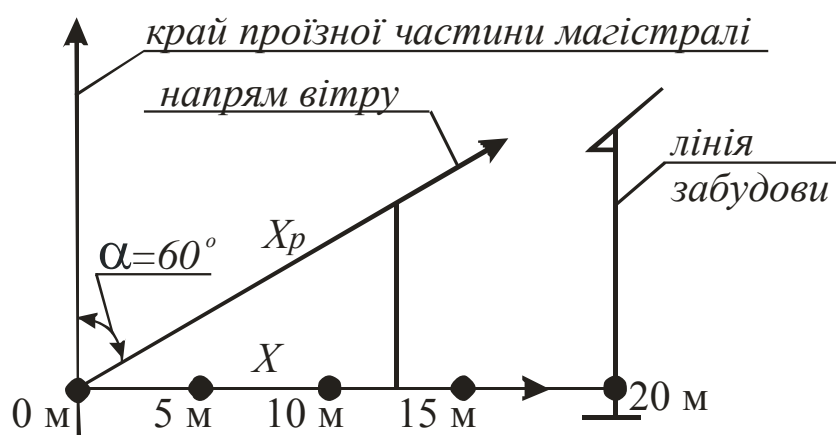


Рисунок 2.1 – Схема для визначення величини X_p

Тоді за залежністю (2.31) розраховуємо величину X_p та заносимо її до таблиці 2.17

Таблиця 2.17 – Значення параметра Z , що враховує зниження концентрації з віддаленням розрахункової точки від краю проїзної частини на відстань X_p

X	0	5	10	15	20
X_p	0	5,77	11,54	17,32	23,09
Z	1,0	0,767	0,584	0,486	0,394

На підставі даних таблиці 2.14 визначити значення параметра Z . Якщо розрахункова точка X знаходиться на відстані від краю проїзної частини, яка дорівнює непарному значенню, то необхідно зробити лінійну інтерполяцію для визначення значень Z .

Визначаємо розрахункові значення концентрацій шкідливих речовин на ділянці від краю проїзної частини до лінії забудови (таблиця 2.18).

Таблиця 2.18 – Розрахункові значення концентрації шкідливих речовин на ділянці від краю проїзної частини до лінії забудови, мг/м³

Шкідливі речовини	Розташування розрахункових точок від краю проїзної частини до лінії забудови				
	0	5	10	15	20
<i>CO</i>	12,9	9,92	7,56	6,29	5,1
<i>C_nH_m</i>	0,42	0,32	0,25	0,21	0,17
<i>NO_x</i>	0,53	0,41	0,31	0,26	0,21

Результати розрахунків надати у вигляді рисунка поперечного розтину магістральної дороги з графіками зміни розрахункових значень *CO*, *C_nH_m*, *NO_x*. (рисунок 2.2). Також зробити висновок, відносно того, чи відповідають концентрації токсичних компонентів (*CO*, *C_nH_m*, *NO_x*) на краю магістралі можливим (таблиця 2.16) та у скільки разів вони зменшуються на ділянці від краю проїзної частини до лінії забудови.

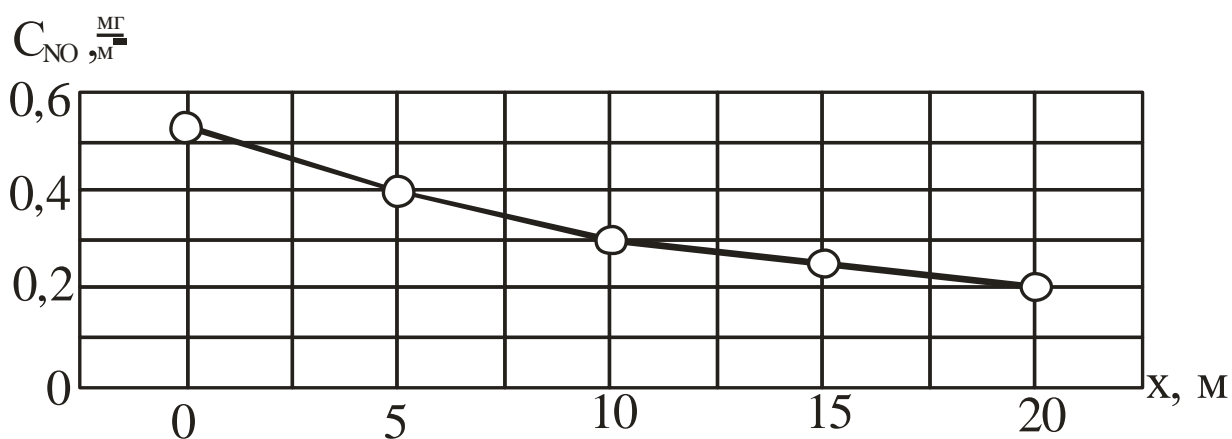
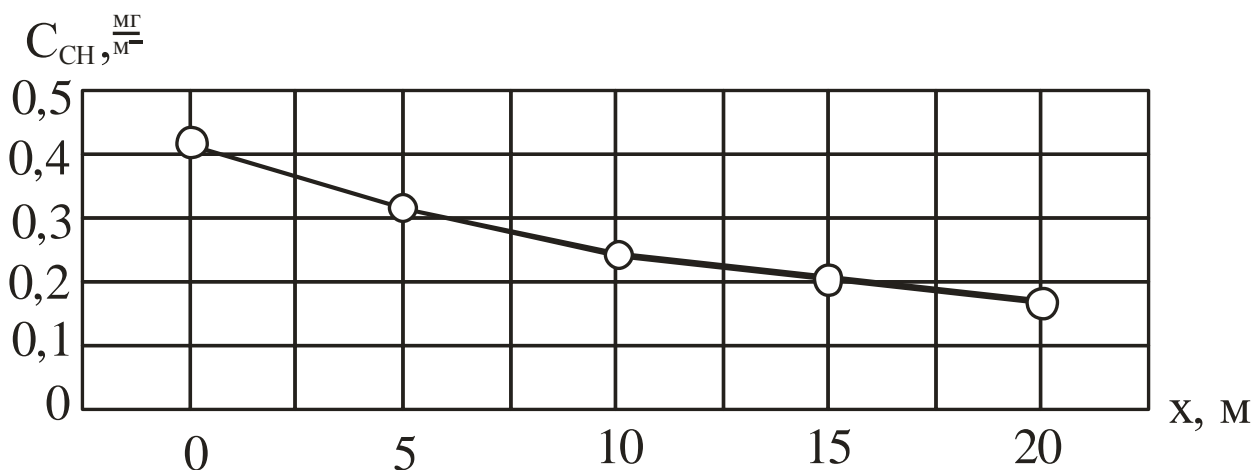
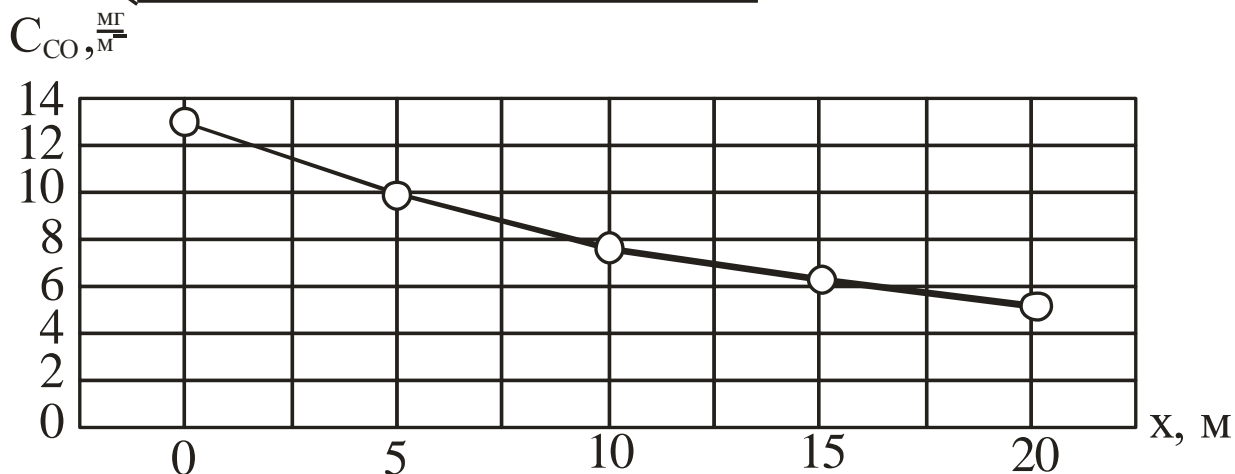
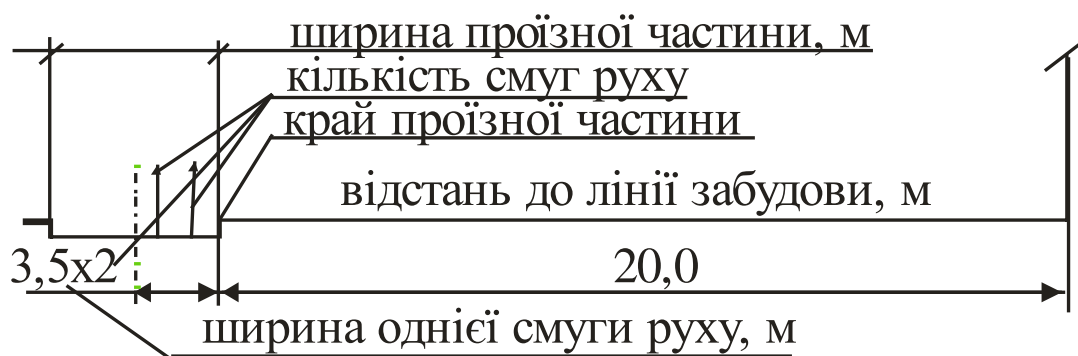


Рисунок 2.2 – Схема поперечного розтину магістральної дороги з графіками зміни розрахункових значень C_{CO} , C_{CH} та C_{NO}

2.6 Практична робота № 4

«Оцінка результатів обчислень викидів шкідливих речовин і розробка заходів щодо їх зниження»

2.6.1 Методичні вказівки

Одержані розрахункові значення концентрацій шкідливих речовин на ділянці в межах лінії забудови порівнюються з гранично допустимими концентраціями (ГДК) (таблиця 2.18).

Таблиця 2.18 – Гранично допустимі концентрації шкідливих речовин

Шкідливі речовини	ГДК, мг/м ³
Оксид вуглецю CO	3
Окиси азоту NO	0,1
Вуглеводи C _n H _m	0,05

За наявності в атмосферному повітрі декількох токсичних речовин їх відносна сумарна концентрація не повинна перевищувати одиниці [2]:

$$\frac{C_{CO}}{ГДК_{CO}} + \frac{C_{NOx}}{ГДК_{NOx}} + \frac{C_{CnHm}}{ГДК_{CnHm}} \leq 1. \quad (2.32)$$

У випадку перевищення концентрацій шкідливих речовин значень ГДК необхідно розробити та обґрунтувати можливі заходи щодо їх зниження. Тоді рівняння (2.32) буде мати вид [2]:

$$\frac{C_{CO} \left(1 - \sum_{i=1}^n \frac{\Delta C_{CQ^3}}{100} \right)}{\tilde{A}\tilde{E}_{\tilde{N}}} + \frac{C_{NOx} \left(1 - \sum_{i=1}^n \frac{\Delta C_{CQ^3}}{100} \right)}{\tilde{A}\tilde{E}_{NOx}} + \frac{C_{CnHm} \left(1 - \sum_{i=1}^n \frac{\Delta C_{CQ^3}}{100} \right)}{\tilde{A}\tilde{E}_{CnHm}} \leq 1, \quad (2.33)$$

де n – кількість видів захисних споруд та типів посадок зелених насаджень;

ΔC_{3C} – зниження загазованості від конкретного виду захисної споруди, % (таблиці 2.19 та 2.20).

Зниження рівня загазованості атмосферного повітря може бути досягнуто будівництвом інженерних споруд по захисту навколишнього

середовища – екрануючих стінок, земельних насипів, відкритих тунелів, будинків-екранів та інше.

Захисний ефект зелених насаджень примагістральної території залежить від структури посадок, довжини та розміру смуг, а також від часу року. Щільна посадка зелених насаджень та екрануючі споруди, розміщені біля магістралей, мають властивість збільшувати вертикальні повітряні потоки. Це приводить до зниження в приземному шарі повітря за цими спорудами концентрації шкідливих речовин, викинутих з відпрацьованими газами автомобілів. Крім того, зелені насадження мають властивість опадання та біологічної переробки шкідливих сполук, що збільшує їх захисний ефект.

Таблиця 2.19 – Характеристика інженерних захисних споруд (розміри вітрових зон після споруд, захисні властивості) [2, с. 77, 82, рис. 2.13, лекції «Екологічні характеристики транспортних систем міст»]

Вид захисної споруди	Розмір захисної споруди, м	Розмір зони, м	Зниження загазованості $\Delta C_{зс}$, %
1	2	3	4
Екран-стінка	2	11...12	42...44
	4	33...36	45...50
	6	55...60	50...55
Уступ типу А (зниження рельєфу за напрямком вітру)	2	11...12	25...28
	6	33...36	62...67
	10	55...60	75...90
Уступ типу Б (підвищення рельєфу за напрямком вітру)	2	11...12	32...34
	4	33...36	65...70
	6	55...60	80...85
Земляна насип	2	11...12	37...43
	4	33...36	40...45
	6	55...60	45...50
Стінка на насипі	2/2*	22...24	44...46
	2/4	33...36	45...50
	4/2	33...36	46...50
	4/4	44...48	47...52
	4/6	55...60	48...52

Продовження таблиці 2.19

1	2	3	4
Зелені насадження (ширина смуги)	5	50...60	22...26
	10	65...75	53...60
	20	70...85	60...70
Будівлі	15/5**	80...90	53...62
	27/9	150...165	65...80
	36/12	200...220	70...95
	48/16	260...290	80...95

* В чисельнику – висота стінки, в знаменнику – висота насипу.

** В чисельнику – висота будівлі, в знаменнику – кількість поверхів.

Як свідчать дослідження, найбільший ефект має багаторядна щільна посадка деревинно-кущових насаджень, які мають відкриті простори (газони). При такій структурі примагістрального озеленення шкідливі речовини, що знаходяться в повітрі, накопичуються в посадках, а також уносяться вертикальними повітряними течіями. Це зменшує їх попадання в житлову забудову.

Таблиця 2.20 – Зниження рівня загазованості залежно від посадок зелених насаджень в літній час*

Тип посадок зелених насаджень	Зниження загазованості ΔC_{3c} , %
Однорядні посадки дерев з кущами висотою 1,5 м на смузї шириною 3 ...4м	10... 15
Дворядна посадка дерев без кущів на смузї шириною 8 ... 10м	10 ... 20
Дворядна посадка дерев з кущами висотою 1,5 м на смузї шириною 10 ... 12м	30... 35
Трирядна посадка дерев з двома рядами кущів на смузї шириною 15 ... 20 м	40 ... 50
Чотирирядна посадка дерев з кущами висотою 1,5 м на смузї шириною 30 ... 50 м	60 ...70

* У зимовий період газозахисні властивості зелених насаджень зменшуються в 3 ... 4 рази порівняно з літом.

2.6.2 Приклад виконання практичної роботи

Визначені в прикладі 2.5.2 розрахункові значення концентрацій шкідливих речовин на ділянці від краю проїзної частини до лінії забудови $C_{CO} = 5,1 \text{ мг/м}^3$, $C_{CH} = 0,17 \text{ мг/м}^3$ та $C_{NO} = 0,21 \text{ мг/м}^3$ порівняти з гранично допустимими концентраціями (ГДК) (таблиця 2.18) за залежністю (2.26). У випадку перевищення значень концентрацій шкідливих речовин необхідно розробити та обґрунтувати можливі заходи щодо їх зниження.

Рішення прикладу

За залежністю (2.32) буде:

$$\frac{C_{CO}}{\tilde{A}\tilde{E}_{\tilde{N}\tilde{I}}} + \frac{C_{NOx}}{\tilde{A}\tilde{E}_{NOx}} + \frac{C_{CnHm}}{\tilde{A}\tilde{E}_{CnHm}} =$$

$$= \frac{5,1}{3} + \frac{0,17}{0,1} + \frac{0,21}{0,05} = 1,7 + 1,7 + 4,2 = 7,6 > 1.$$

Оскільки концентрації шкідливих речовин перевищують значення ГДК між краєм проїзної частини магістралі та лінією забудови, то у якості заходів з поліпшення екології треба розмістити екран стінку висотою 4 м, яка б захищала зону до 36 м (табл. 2.19) та давала зниження загазованості $\Delta C_{Q\tilde{N}_1} = 50\%$. Окрім того, необхідно посадити трирядну посадку дерев з двома рядами кущів на смузі шириною 15 м, яка б давала зниження загазованості $\Delta C_{Q\tilde{N}_2} = 40\%$. Тоді за залежністю (2.33) буде:

$$\frac{C_{CO} \left(1 - \sum_{i=1}^n \frac{\Delta C_{Q\tilde{N}_i}}{100} \right)}{\tilde{A}\tilde{E}_{\tilde{N}\tilde{I}}} + \frac{C_{NOx} \left(1 - \sum_{i=1}^n \frac{\Delta C_{Q\tilde{N}_i}}{100} \right)}{\tilde{A}\tilde{E}_{NOx}} + \frac{C_{CnHm} \left(1 - \sum_{i=1}^n \frac{\Delta C_{Q\tilde{N}_i}}{100} \right)}{\tilde{A}\tilde{E}_{CnHm}} =$$

$$= \frac{5,1 \left(1 - \frac{50}{100} - \frac{40}{100} \right)}{3} + \frac{0,17 \left(1 - \frac{50}{100} - \frac{40}{100} \right)}{0,1} + \frac{0,21 \left(1 - \frac{50}{100} - \frac{40}{100} \right)}{0,05} = 0,76 < 1.$$

2.7 Практична робота № 5

«Визначення рівня шуму від транспортного потоку»

2.7.1 Методичні вказівки

Безпорядкові достатньо великої інтенсивності звуки-шуми приводять до стомлення, зниження працездатності населення, а внаслідок тривалої дії є причинами патологічних змін у внутрішніх органах і порушення нормального функціонування основних систем організму людини.

Транспортний шум є одним із найбільших небезпечних параметричних забруднень.

Джерелами шуму на автомобілі, що рухається, є поверхня силового агрегату (двигуна), системи впуску та випуску, поверхні агрегатів трансмісії. Шум виникає також при взаємодії кузова автомобіля з потоком повітря під час руху, взаємодії шин з покриттям дороги, коливанні елементів підвіски та кузова від дії дороги та інше.

Розрахунковий еквівалентний рівень звуку на вулицях і дорогах $L_{Аекв}$ визначається за залежністю:

$$L_{Аекв} = L'_{A7} + \sum_{i=1}^n \Delta L_{Ai}, \quad (2.34)$$

де L'_{A7} – розрахунковий еквівалентний рівень звуку транспортного потоку в дБА на відстані 7,5 м від осі найближчої смуги руху транспорту на висоті 1,2 м від поверхні проїзної частини прямолінійної горизонтальної ділянки дороги з асфальтобетонним покриттям, в околиці якої в радіусі 50 м відсутня забудова, перехрестя, споруди, що відбивають звук; транспортний потік рухається зі швидкістю 40 км/год та на 40 % складається із вантажного та громадського транспорту. Значення величини L'_{A7} визначається за таблицею 2.21 залежно від фізичної інтенсивності N транспортного потоку в обох напрямках;

$\sum_{i=1}^n \Delta L_{Ai}$ – сума поправок на відхилення заданих умов від прийнятих

для визначення, дБА; значення поправок ΔL_{Ai} визначаються за таблицями 2.23 та 2.24.

Таблиця 2.21 – Розрахунковий рівень звуку транспортного потоку з 40 % вантажного і громадського транспорту з карбюраторними двигунами за середньої швидкості руху 40 км/год

Фізична інтенсивність руху N , авт/год	50	100	200	300	400	500	700	1000
Розрахунковий рівень звуку L'_{A7} , дБА	68	70	72	73	73,5	74	75	76

Таблиця 2.22 – Значення поправок ΔL_{Ai} залежно від значення відповідного впливального фактора

Назва впливального фактора	Можливі значення фактора	Поправка, дБА
1	2	3
Кількість вантажного та громадського транспорту в потоці з карбюраторними двигунами, %	7	-4
	20	-3
	33	-2
	47	-1
	60	0
	73	+1
	87	+2
	100	+3
Кількість вантажного та громадського транспорту з дизельними двигунами, %	Менше ніж 10	0
	10	+1
	20	+2
	30	+3
	40	+4
	50	+1
Середня швидкість потоку V , км/год	7	-5
	13	-4
	20	-3
	27	-2
	33	-1
	40	0
	47	+1
	53	+2

Продовження таблиці 2.22

1	2		3	
Середня швидкість потоку V, км/год	60		+3	
	67		+4	
	2		3	
	73		+5	
	80		+6	
	100		+7	
	120		+8	
Кількість трамваїв у потоці, %	10		0	
	20 ... 30		+1	
	40 ... 50		+2	
Повздовжній ухил вулиці (не враховується під час одностороннього руху на спуску), %	0		0	
	2		+1	
	4		+2	
	6		+3	
	8		+4	
Розподільча смуга між проїзними частинами шириною, м	До 3		0	
	3 ... 7		-1	
	7 ... 15		-2	
	15 ... 30		-3	
Перехрестя з регульованим рухом	-		+3	
Перехрестя вулиць в різних рівнях	Однакова інтенсивність руху		+3	
	Різна інтенсивність руху		+1	
Тип дорожнього покриття проїзної частини при середній швидкості потоку, км/год	Асфаль- тобетон	Бетон	Бру- ківка	Камінь
40	0	+1	+1	+2
60	0	+2	+3	+5
80	0	+3	+5	+10

Таблиця 2.23 – Значення поправок ΔL_{Ai} залежно від типу забудови та усереднених розривів між будинками на лінії забудови вулиці

Тип забудови	Поправка в дБА при усереднених розривах між будинками на лінії забудови вулиці, м			
	>30	30...20	20...10	<10
Двостороння, за ширини вулиці між лініями забудови більше, ніж 50 м	0	0	0	0
50 ... 40	+1	+1	+2	+2
40 ... 30	+2	+2	+3	+3
20 ... 10	+4	+5	+5	+6
Одностороння, якщо відстань між лініями забудови і краєм проїзної частини більше, ніж 40 м	0	0	0	0
40 ... 25	0	0	+1	+1
25 ... 12	+1	+1	+2	+2
16 ... 6	+1	+2	+3	+3

В таблиці 2.24 представлено максимальну шумову характеристику однорядного транспортного потоку залежно від швидкості руху та частки вантажного транспорту у ньому, яку можна використати для орієнтування за виконаними розрахунками за залежністю (2.34).

Таблиця 2.24 – Максимальна шумова характеристика однорядного транспортного потоку $L_{A_{\text{дв}}}$, дБА

Швидкість потоку, км/год	Доля вантажних автомобілів у потоці, %							
	5	10	20	30	40	50	60	80
30	68	69	70	70	71	71	71	72
40	70	71	72	73	73	74	74	74
50	72	73	74	75	75	75	76	76
60	73	74	75	76	76	77	77	77
70	74	75	76	77	77	77	78	78
80	75	76	77	77	78	78	78	79
90	75	76	77	78	78	79	79	79
100	76	76	77	78	79	79	79	79

Таким чином, розрахункові еквівалентні рівні звуку на перегоні та перехресті від транспортного потоку складають відповідно 78,5 дБА та 81,5 дБА. Вони відповідно перевищують на 3,5 дБА та 6,5 дБА максимально припустиму шумову характеристику однорядного транспортного потоку, яка при $N = 400$ авт/год та $V = 50$ км/год дорівнює 75 дБА (таблиця 2.24).

Для її зменшення пропонується:

– обмежити швидкість транспортного потоку по вулиці до 40 км/год (0 дБА);

– заборонити рух вантажного та громадського транспорту по вулиці (з карбюраторними двигунами до 7 % – - 4 дБА, з дизельними двигунами – до 10 % – 0 дБА).

Отримуємо:

– рівень звуку на перегоні:

$$L_{\text{дБА}} = 73,5 - 4,0 + 0 + 0 + 3,0 + 1,0 = 73,5 \text{ дБА};$$

– в зоні перехрестя:

$$L_{\text{дБА}} = 73,5 + 3 = 76,5 \text{ дБА}.$$

Таким чином, завдяки запропонованим заходам розрахунковий еквівалентний рівень звуку на перегоні нижче нормативного на 2,5 дБА, а в зоні перехрестя – перевищує на 1,5 дБА.

2.8 Практична робота № 6

«Рівень шуму на примігстральній території»

2.8.1 Методичні вказівки

Значення рівня звуку в розрахункових точках не повинно перевищувати значення нормативних рівнів шуму (таблиця 2.25).

На рівень шуму впливають наступні фактори: віддаленість його від джерела; зелені насадження; споруди, що екранують шум; зовнішні стіни, що екранують шум. Тому заходи щодо зниження рівня шуму повинні бути направлені на фактори, від яких він залежить.

Очікуваний шум (рівень звуку L_{Ai}) обчислюється для різних випадків розташування розрахункових точок за залежністю:

$$L_{Ai} = L_{\text{Аввв}} - \Delta L_{\text{Аввв}} - \Delta L_{\text{сввв}} - \Delta L_{\text{Аввв}}, \quad (2.35)$$

Таблиця 2.25 – Нормативні рівні шуму

Призначення приміщення або території	Час доби, год	Нормативний рівень звуку непостійного шуму, дБА
1	2	3
1. Лікувально-оздоровчі заклади:		
– палати лікарень	7...23	35
	23...7	25
– території лікарень та санаторіїв	7...23	45
	23...7	35
2. Житлові будівлі:		
– житлові кімнати квартир	7...23	40
	23...7	30
– номери готелів та гуртожитків	7...23	35
	23...7	35
– території житлової забудови	7...23	55
	23...7	45
3. Місця відпочинку:		
– майданчики відпочинку в мікрорайоні	-	45
4. Дитячі дошкільні та шкільні		
– спальні приміщення	7...23	40
	23...7	30
– класні приміщення	-	40
– ігрові майданчики	-	45
5. Видовищні заклади:		
– зали театрів для глядачів	-	35
– зали кінотеатрів для глядачів	-	40
– фойє кінотеатрів	-	55
6. Спортивні споруди:		
– спортивні майданчики	-	55
– спортзали	-	60
– стадіони	-	60

Продовження таблиці 2.25

1	2	3
7. Навчальні заклади:		
– аудиторії	-	40
– робочі приміщення	-	50
8. Заклади торгівлі та громадського харчування:		
– зали кафе, ресторанів	-	55
– торговельні зали магазинів	-	60

де $\Delta L_{\text{джерела}}^{\text{дБ}} - \Delta L_{\text{джерела}}^{\text{дБ}}$ – зниження рівня шуму над поверхнею землі від джерела шуму до розрахункової точки залежно від відстані між ними, дБА;

$\Delta L_{\text{зелені}}^{\text{дБ}}$ – зниження рівня звуку зеленими насадженнями, дБА;

$\Delta L_{\text{екрани}}^{\text{дБ}}$ – зниження рівня звуку спорудами, що екранують шум, дБА.

Якщо шум проникає в приміщення житлових та громадських будівель крізь вікна, площа яких становить не більше як 10% площі зовнішньої стіни, то рівні звуку, що очікуються в ізольованому приміщенні визначаються за формулою:

$$L_{Ai} = L_{\text{зовнішня}} - \Delta L_{\text{джерела}}^{\text{дБ}} - \Delta L_{\text{зелені}}^{\text{дБ}} - \Delta L_{\text{екрани}}^{\text{дБ}} - \Delta L_{\text{вікна}}, \quad (2.36)$$

де $\Delta L_{\text{вікна}}$ – зниження рівня звуку зовнішньою стіною з віконними отворами, дБА.

Вплив кожної шумозахисної споруди обчислюється окремо.

Формула зниження рівня звуку над поверхнею землі на відстані R (в метрах) залежно від інтервалу між автомобілями S (в метрах) має вигляд:

– якщо $R \leq \frac{S}{2}$:

$$\Delta L_{\text{джерела}}^{\text{дБ}} = \frac{(20 \lg S - 25,2) \cdot (20 \lg R - 16,9)}{20 \lg S - 22,9}; \quad (2.37)$$

– якщо $R > \frac{S}{2}$:

$$\Delta L_{\text{Автомобиль}} = 10 \lg(SR) - 22,2; \quad (2.38)$$

$$S = \frac{1000 \cdot V}{N}, \quad (2.39)$$

де V в км/год, а N в авт/год.

Визначений вплив на зниження транспортного шуму виявляють смуги зелених насаджень. Вірно посажена шумозахисна полоса складається із дерев, посаджених на такій відстані, щоб їх крони були щільно зімкнутими, та посадок кущів, які повністю закривають простір під кронами дерев. Полоси зелених насаджень виконують в вигляді одного або декількох роздільних повітряними проміжками рядів.

Шумозахисна здатність дерево-кущових смуг може бути визначена за таблицею 2.26.

Таблиця 2.26 – Зниження рівня звуку зеленими насадженнями

Ширина смуги, м	Зниження рівня звуку, дБА	Конструкція смуги зелених насаджень
10...14	4...5	Однорядна з двоярусною огорожею на передньому плані і шаховою посадкою дерев у середині смуги
14...20	5...8	Те саме
20...30	8...10	Дворядна з розривами між рядами 3 ... 5 м конструкція рядів вирішена аналогічно однорядній
20...30	10...12	Дво- або трирядна з розривами між рядами 3 м конструкція рядів вирішена аналогічно однорядній

Примітка: Висоту дерев необхідно приймати не менше 5 ... 8м.

Зниження рівня звуку зеленими насадженнями обумовлено частково за рахунок екранування та частково за рахунок поглинання та розсіювання.

Смуги зелених насаджень повинні висаджуватися із порід дерев та кустарників, які швидко ростуть та стійкі до міського середовища та даних кліматичних умов.

На рисунку 2.3 показано схему дворядної смуги зелених насаджень, кожна з яких має ширину B_1 та B_2 , з розривами між рядами $A_1 = 3...5$ м та $A_2 = 3 ... 5$ м;

d – відстань від джерела звуку до фронту шумозахисної смуги, м.

Екологічні характеристики транспортних систем міст

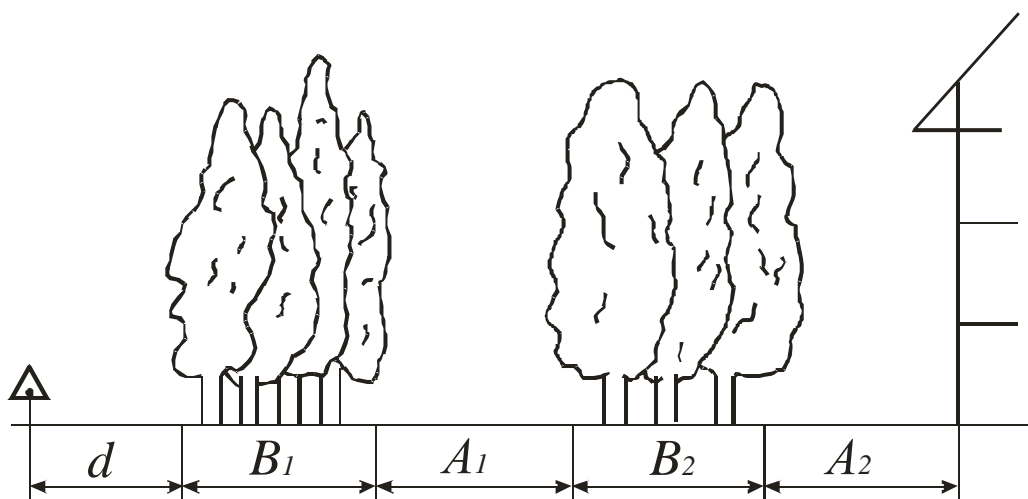


Рисунок 2.3 – Схема дворядної смуги зелених насаджень

Зниження рівня звуку за спорудами, що екранують шум, $\Delta L_{Aекр.i}$, розташованими на шляху розповсюдження шуму, визначають у такій послідовності:

1. Креслять в довільному масштабі принципову схему розміщення джерел шуму, споруди, що екранують шум, і розрахункових точок (рисунок 2.4).

Джерело шуму слід показати у вигляді точки, що розташована на осі, найбільш віддаленій від розрахункової точки смуги або колії руху транспорту на висоті 1 м від поверхні проїзної частини.

2. Геометричним або розрахунковим (за залежностями (2.40) ... (2.44)) шляхом визначають величини: а – відстань між джерелом шуму та вершиною екрана; в – відстань між розрахунковою точкою та вершиною екрана; с – відстань між джерелом шуму та розрахунковою точкою.

– для схем а), в) та г):

$$a = \sqrt{H_e^2 + r^2}; \quad (2.40)$$

$$в = \sqrt{(R-r)^2 + (H_m - H_e)^2}; \quad (2.41)$$

$$c = \sqrt{H_m^2 + R^2}; \quad (2.42)$$

– для схеми б) необхідно визначити величини:

$$r' = r + \frac{r \cdot d \cdot (H_e - H_m)}{H_e(R-d) - H_m r}; \quad (2.43)$$

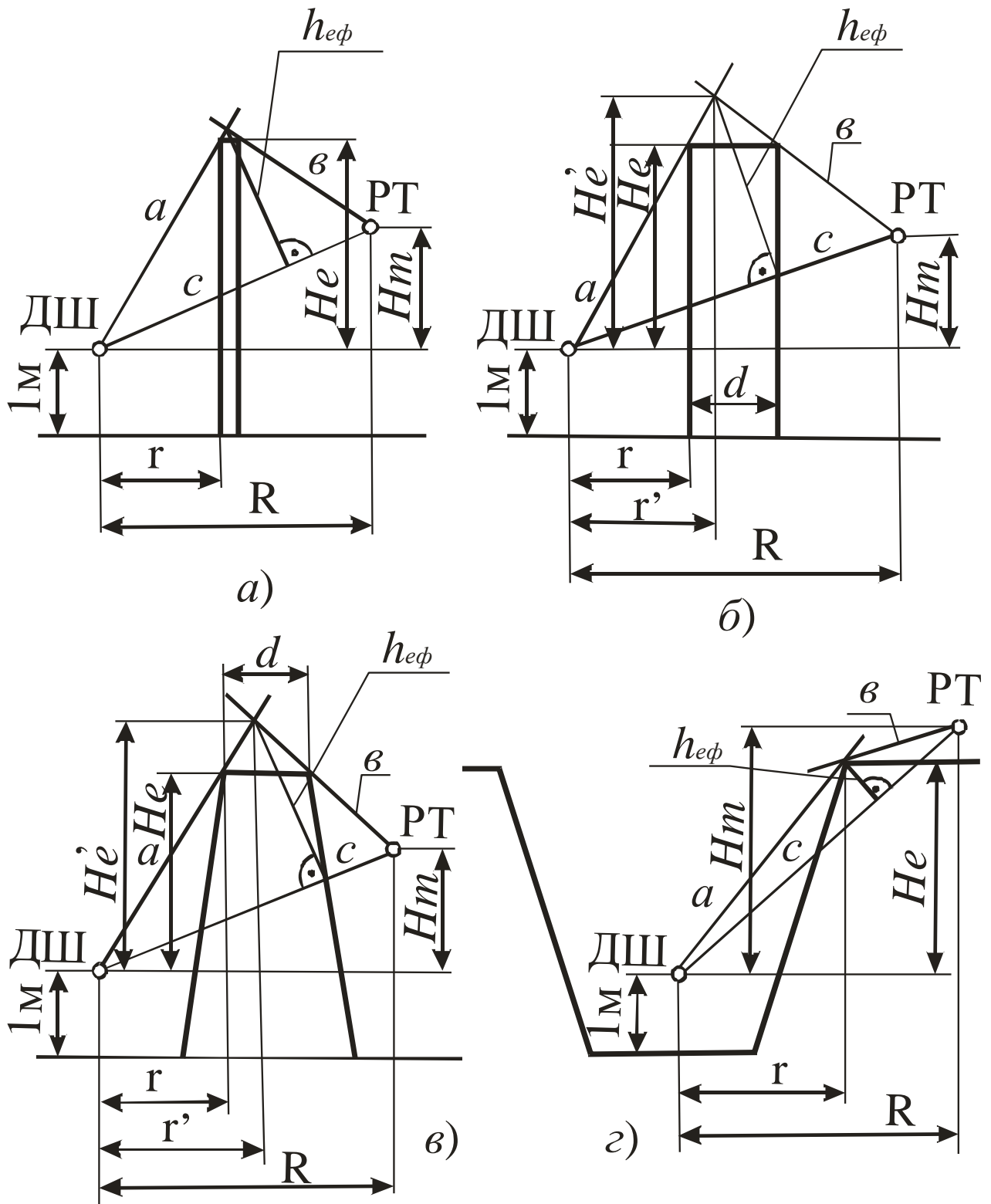


Рисунок 2.4 – Розрахункові схеми для визначення зниження звуку за екранами: а) стіна; б) будинок; в) насип; г) виїмка; ДШ – джерело шуму; РТ – розрахункова точка

$$H'_e = \frac{H_e \cdot r'}{r}; \quad (2.44)$$

і для визначення величин a , b та c в формулах (2.40) та (2.41) замінити значення r та H_e відповідно на r' та H'_e .

3. Також графічним або розрахунковим (за залежністю (2.45), (2.46)) шляхом визначають різницю шляхів проходження звукового променя δ в м [3]:

Для рисунку 2.4 (а та г):

$$\delta = (a + \hat{a}) - \tilde{n} = \sqrt{H_e^2 + r^2} + \sqrt{(R - r)^2 + (H_m - H_e)^2} - \sqrt{H_m^2 + R^2}. \quad (2.45)$$

Для рисунку 2.4 (б та в):

$$\delta = (a + \hat{a}) - \tilde{n} = \sqrt{(H'_e)^2 + (r')^2} + \sqrt{(R - r')^2 + (H_m - H'_e)^2} - \sqrt{H_m^2 + R^2}. \quad (2.46)$$

4. Залежно від різниці шляхів звукового променя δ згідно з таблицею 2.27 визначають максимальне зниження рівня звуку $\Delta L_{\hat{A}\hat{e}\hat{\delta}\hat{A}}$, яке забезпечується екраном, що повністю ізолює розрахункову точку від проникнення шуму з бічних сторін екрана.

Таблиця 2.27 – Визначення зниження рівня звуку при різниці шляхів звукового променя δ

δ , м	0	0,005	0,01	0,02	0,04	0,06	0,1	0,14	0,2	0,28
$\Delta L_{\hat{A}\hat{e}\hat{\delta}\hat{A}}$, дБА	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14

Продовження таблиці 2.27

δ , м	0,36	0,48	0,63	0,83	1	1,4	1,8	3,4	3,3	6,0
$\Delta L_{\hat{A}\hat{e}\hat{\delta}\hat{A}}$, дБА	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24

5. Креслять у довільному масштабі принципову схему розміщення в плані розрахункової точки, екрана та джерела шуму (рис. 2.5).

Проводять перпендикуляр із розрахункової точки на екран і з'єднують прямими лініями розрахункову точку з кінцями екрана. Визначають кути α_1 та α_2 між перпендикуляром та лініями, що з'єднують розрахункову точку з кінцями екрана.

6. Залежно від максимального зниження рівня звуку $\Delta L_{\hat{A}\hat{e}\hat{\delta}\hat{A}}$ і кутів α_1 та α_2 за таблицею 2.28 визначають фактичне зниження рівня звуку $\Delta L_{\hat{A}\hat{e}\hat{\delta}\hat{A}.1}$ та $\Delta L_{\hat{A}\hat{e}\hat{\delta}\hat{A}.2}$

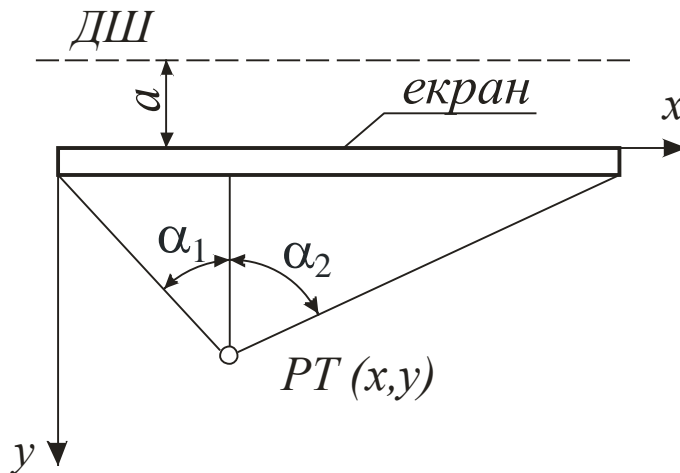


Рисунок 2.5 – Схема для визначення кутів α_1 та α_2 : ДШ – джерело шуму; РТ – розрахункова точка; a – відстань між джерелом шуму та екраном; X, Y – осі координат

Таблиця 2.28 – Фактичне зниження рівня звуку за екраном кінцевої довжини $\Delta L_{\text{Аввд.1}}$ та $\Delta L_{\text{Аввд.2}}$, дБА

$\Delta L_{\text{Аввд.А}}$, дБА	Кут								
	45°	50°	55°	60°	65°	70°	75°	80°	85°
6	1,2	1,7	2,3	3,0	3,8	4,5	5,1	5,7	6,0
8	1,7	2,3	3,0	4,0	4,8	5,6	6,5	7,4	8,0
10	2,2	2,9	3,8	4,8	5,8	6,8	7,8	9,0	10,0
12	2,4	3,1	4,0	5,1	6,2	7,5	8,8	10,2	11,7
14	2,6	3,4	4,3	5,4	6,7	8,1	9,7	11,3	13,5
16	2,8	3,6	4,5	5,7	7,0	8,6	10,4	12,4	15,0
18	2,9	3,7	4,7	5,9	7,3	9,0	10,8	13,0	16,8
20	3,1	3,9	4,9	6,1	7,6	9,4	11,3	13,7	18,7
22	3,3	4,1	5,1	6,3	7,9	9,8	11,9	14,5	20,7
24	3,5	4,3	5,3	6,5	8,2	10,2	12,6	15,4	22,8

7. Залежно від різниці $\Delta L_{\text{Аввд.1}}$ та $\Delta L_{\text{Аввд.2}}$ за таблицею 2.29 визначають поправку Δ_n і підсумовують з меншим серед фактичних знижень рівня звуку $\Delta L_{\text{Аввд.1}}$ або $\Delta L_{\text{Аввд.2}}$.

$$\Delta L_{\text{Аввд.3}} = (\Delta L_{\text{Аввд.1}} \text{ або } \Delta L_{\text{Аввд.2}}, \text{ яке менше}) + \Delta_n. \quad (2.47)$$

Таблиця 2.29 – Поправки Δ_n залежно від різниці між $\Delta L_{\text{вн}}^{\text{вн}}.1$ або $\Delta L_{\text{вн}}^{\text{вн}}.2$

Різниця між $\Delta L_{\text{вн}}^{\text{вн}}.1$ та $\Delta L_{\text{вн}}^{\text{вн}}.2$, дБА	0	1	2	3	4	5	6	7
Поправка Δ_n , дБА	0	0,5	0,9	1,2	1,6	1,8	2	2,2

Продовження таблиці 2.29

Різниця між $\Delta L_{\text{вн}}^{\text{вн}}.1$ та $\Delta L_{\text{вн}}^{\text{вн}}.2$, дБА	8	9	10	11...12	13...14	15...18	≥ 19
Поправка Δ_n , дБА	2,4	2,5	2,6	2,7	2,8	2,9	3

У разі потреби визначення рівней звуку в приміщеннях житлових та громадських будівель орієнтовану величину зниження рівня звуку зовнішніми огороженнями з віконними отворами визначають за таблицею 2.31.

Таблиця 2.30 – Зниження рівня звуку зовнішніми стінами з віконними отворами $\Delta L_{\text{вн}}$, дБА

Тип наповнення віконного отвору	Конструкція вікна		Зниження рівня звуку		
	Товщина скла, мм	Повітряний прошарок між шиб- ками, см	Притвори без про- кладок	Притвори з ущільнюю- чими про- кладками	Глухе скління
1	2	3	4	5	6
Відчинене вікно	-	-	5	-	-
Відчинена кватирка	-	-	10	-	-
Одинарне переплетення	1,2...2	-	20	20	22
	4...5	-	21	23	26
	6...8	-	24	27	29
Спароване переплетення	1,5...2	3...5	21	22	24
	4...5	3...5	23	25	27
	6...8	3...5	25	28	30

Продовження таблиці 2.30

1	2	3	4	5	6
Подвійне переплетення	1,5...2	10...12	31	36	38
		20...25	34	39	41
	4...5	10...12	35	40	43
		20...25	38	44	46
	6...8	10...12	37	42	45
		20...25	40	46	48

2.8.2 Приклад виконання практичної роботи

Визначити очікуваний шум $L_{\Delta z}$ в розрахунковій точці (зона дитячого майданчика) при розрахунковому еквівалентному рівні звуку на вулиці міста $L_{\Delta \hat{e} \hat{e}} = 75,5$ дБА (рівень звуку на перегоні та величину $L'_{\Delta 7} = 73,5$ дБА взято із прикладу 2.7.2 на с. 46). Розрахункову точку розташовано у дворі за будинком на висоті 1,0 м. Перед будинком дворядна смуга зелених насаджень шириною 25 м з розривами між рядами 5 м. Дані показано на рисунку 2.6.

H – відстань від поверхні проїзної частини до вершини екрану, м:

$$H = h_k \cdot p, \quad (2.48)$$

де h_k – кількість поверхів забудови, м (табл. 2.5);

p – висота одного поверху, м (прийняти 2,5 – 3 м).

H_e – відстань від вершини екрану до рівня джерела шуму (ДШ), м:

$$H_e = H - l_{\Delta \emptyset}, \quad (2.49)$$

де $l_{\Delta \emptyset}$ – відстань від поверхні проїзної частини до рівня ДШ, м ($l_{\Delta \emptyset} = 1$ м).

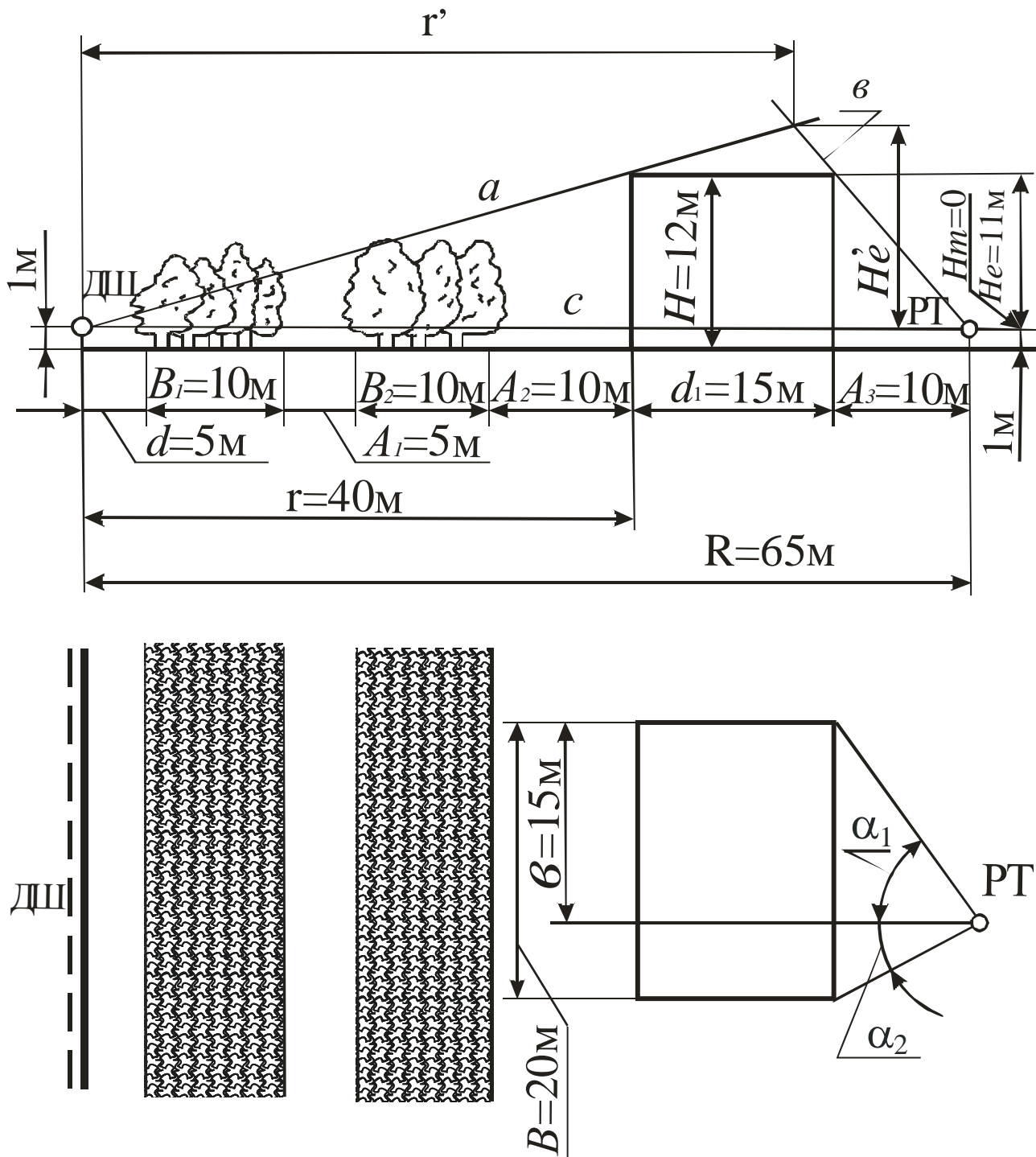


Рисунок 2.6 – Розрахункова схема для прикладу 2.8.2:

H_δ – відстань між розрахунковою точкою (РТ) та рівнем ДШ, м:

$$H_\delta = l_{D\delta} - l_{\Delta\phi} \quad (2.50)$$

де $l_{D\delta}$ – відстань від поверхні проїзної частини до РТ, м.

Рішення прикладу

Визначаємо інтервал між автомобілями за формулою (2.39)

$$S = \frac{1000 \cdot V}{N} = \frac{1000 \cdot 50}{400} = 125 \text{ м,}$$

де V – середня швидкість руху транспортного потоку, км/год; $V = 50$ км/год – взято з прикладу 2.7.2;

N – фізична інтенсивність руху, авт/год; $N = 400$ авт/год – взято із прикладу 2.7.2.

Оскільки $R = 65 \text{ м} > \frac{S}{2} = \frac{125}{2} = 62,5 \text{ м}$, то зниження рівня звуку над поверхнею землі на відстані $R = 65 \text{ м}$ буде (формула (2.38)):

$$\Delta L_{\text{дв.зв.}} = 10 \lg(S \cdot R) - 22,2 = 10 \lg 125 \cdot 65 - 22,2 = 10 \lg 8125 - 22,2 = 10 \cdot 3,91 - 22,2 = 16,9 \text{ дБ.}$$

Зниження рівня звуку зеленими насадженнями, які є на ділянці, за таблицею 2.26 буде: $L_{\text{дв.зв.}} = 9$ дБА (для дворядної смуги шириною $B_1 + A_1 + B_2 = 10 + 5 + 10 = 25 \text{ м}$ з розривами між рядами $A_1 = 5 \text{ м}$).

Визначаємо зниження рівня звуку будівлею, що екранує шум $\Delta L_{\text{буд.зв.}}$ (рисунок 2.6):

– на підставі значень H_e та H_m (рис. 2.4) розраховуємо за формулами (2.43) та (2.44) величини r' та H'_e :

$$r' = r + \frac{r \cdot d_1 \cdot (H_e - H_m)}{H_e (R - d_1) - H_m r} = 40 + \frac{40 \cdot 15 \cdot (11 - 0)}{11 \cdot (65 - 15) - 0 \cdot 40} = 52 \text{ м};$$

$$H'_e = \frac{H_e \cdot r'}{r} = \frac{11 \cdot 52}{40} = 14,3 \text{ м};$$

– визначаємо за залежністю (2.46) величину δ :

$$\begin{aligned} \delta &= \sqrt{(H'_e)^2 + (r')^2} + \sqrt{(R - r')^2 + (H_m - H'_e)^2} - \sqrt{H_m^2 + R^2} = \\ &= \sqrt{14,3^2 + 52^2} + \sqrt{(65 - 52)^2 + (0 - 14,3)^2} - \sqrt{0^2 + 65^2} = 8,25 \text{ м}; \end{aligned}$$

– за таблицею 2.27 визначаємо зниження рівня звуку $\Delta L_{\text{екр.В}}$ при різниці шляхів звукового променя $\delta = 8,25 \text{ м}$; буде $\Delta L_{\text{екр.В}} = 24$ дБА;

– за рисунком 2.6 визначаємо кути α_1 та α_2 :

$$\alpha_1 = \arctg \frac{B-b}{A_3} = \arctg \frac{20-15}{10} = \arctg 0,5 \approx 27^0;$$

$$\alpha_2 = \arctg \frac{b}{A_3} = \arctg \frac{15}{10} = \arctg 1,5 \approx 56^0;$$

– за таблицею 2.28 визначаємо фактичне зниження рівня звуку за екраном кінцевої довжини (будинком) $\Delta L_{\text{Аввв}}^{\text{д.1}}$ та $\Delta L_{\text{Аввв}}^{\text{д.2}}$:

$$\Delta L_{\text{Аввв}}^{\text{д.1}} = 3,5 \text{ дБА}; \quad \Delta L_{\text{Аввв}}^{\text{д.2}} = 5,3 \text{ дБА};$$

– за різницею $\Delta L_{\text{Аввв}}^{\text{д.2}} - \Delta L_{\text{Аввв}}^{\text{д.1}} = 5,3 - 3,5 = 1,8$ дБА за таблицею 2.29 визначаємо поправку Δ_n :

$$\Delta_n = 0,5 + \frac{(0,9 - 0,5) \cdot (1,8 - 1)}{2 - 1} = 0,5 + 0,32 = 0,82;$$

– фактичне зниження рівня звуку $\Delta L_{\text{Аввв}}^{\text{д.3}}$ за залежністю (2.46) буде:

$$\Delta L_{\text{Аввв}}^{\text{д.3}} = \Delta L_{\text{Аввв}}^{\text{д.1}} + \Delta_n = 3,5 + 0,82 = 4,32 \text{ дБА}.$$

Очікуваний шум $L_{\text{Аз}}$ в розрахунковій точці буде (за залежністю (2.35)):

$$L_{\text{Аз}} = L_{\text{Аввв}} - \Delta L_{\text{Аввв}}^{\text{д.1}} - \Delta L_{\text{Аввв}}^{\text{д.2}} - \Delta L_{\text{Аввв}}^{\text{д.3}} = 75,5 - 16,9 - 9 - 4,32 \approx 45 \text{ дБА}$$

Таким чином, очікуваний шум $L_{\text{Аз}}$ від транспортного потоку в зоні дитячого майданчика, який розташований у дворі за будинком висотою 12 м та шириною 20 м, не перевищує нормативний рівень звуку, який дорівнює 45 дБА. Якщо у розрахунках визначений рівень звуку буде перевищувати нормативний, необхідно запропонувати належні заходи та перевіряти ефект від їх впровадження до тих пір, поки значення $L_{\text{Аз}}$ не буде відповідати нормативному.

Такими заходами є, наприклад зміна ширини та конструкції смуги зелених насаджень; конструкції та типу наповнення віконного отвору.

3 МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ ДО ВИКОНАННЯ КОНТРОЛЬНОЇ РОБОТИ

3.1 Порядок вибору варіанта завдання

До контрольної роботи входять два питання та задача. Питання до контрольної роботи оформлено на підставі лекційного матеріалу, теми якого наведено в таблиці 1.3.

Варіант завдання задається літерою та двома цифрами;

– літера – перша літера прізвища студента;

– дві цифри – це останні цифри номера залікової книжки студента.

Літера вказує на певний варіант питань та задачі контрольної роботи за таблицею 3.1. Цифри вказують на вихідні дані до задач. Вибір вихідних даних до задач здійснюється з таблиць 2.1 – 2.6 як вказано в підрозділі 2.2

Наприклад, студент Борисов, який має залікову книжку з номером 83-271, отримує варіант Б71. Літера Б – за таблицею 3.1 беремо номери питань 2, 27 та задачу 2. Згідно з номером 71 необхідно прийняти такі варіанти вхідних даних задач в таблицях 2.1 ... 2.6:

Таблиця 3.1 – Завдання до контрольної роботи

Перші літери прізвища	Номери питань		Номер задачі	Перші літери прізвища	Номери питань		Номер задачі
	1	26			14	39	
А, Е	1	26	1	О	14	39	2
Б, Ю	2	27	2	П	15	40	3
В, Я	3	28	3	Р	16	41	4
Г	4	29	4	С	17	42	5
Д	5	30	5	Т	18	43	6
Є	6	31	6	У	19	44	7
Ж	7	32	7	Ф	20	45	8
З	8	33	8	Х	21	46	9
І	9	34	9	Ц	22	47	10
К	10	35	10	Ч	23	48	11
Л	11	36	11	Ш	24	49	12
М	12	37	12	Щ	25	50	1
Н	13	38	1				

3.2 Питання до контрольної роботи

1. Класифікація негативних наслідків автомобілізації.
2. Негативні наслідки автомобілізації: споживання ресурсів.

3. Негативні наслідки автомобілізації: забруднення навколишнього середовища.

4. Негативні наслідки автомобілізації: негативні соціальні наслідки.

5. Забруднення навколишнього середовища в містах і на заміських територіях.

6. Методи зниження негативних наслідків автомобілізації.

7. Транспортний потік як джерело впливу на навколишнє середовище.

8. Спосіб моделювання, застосовуваний під час оцінювання показників екологічної безпеки за викидами шкідливих речовин транспортним потоком.

9. Характеристика міського транспортного потоку, транспортних засобів щодо рухомого складу, дорожніх умов і характеру руху.

10. Характеристика режимів руху транспортних засобів на регульованих перехрестях міста.

11. Визначення середньої швидкості руху розрахункових легкового й вантажного автомобілів.

12. Витрата палива транспортними засобами під час руху у транспортному потоці: визначення паливної економічності транспортних засобів, що складають загальні витрати палива, показник експлуатаційної витрати палива.

13. Витрата палива транспортними засобами у містах і на заміських магістралях. Витрата палива протягом доби.

14. Витрата палива одиночного автомобіля і транспортного потоку.

15. Витрата палива транспортним потоком з урахуванням частки автомобілів визначених моделей у транспортному потоці.

16. Витрата палива при вільному, груповому і колонному станах потоку.

17. Основні напрямки оперативної організації дорожнього руху, що впливають на витрату палива.

18. Джерела забруднення повітря шкідливими речовинами від транспортного потоку.

19. Залежність викидів шкідливих речовин від режимів руху автомобіля й режимів роботи двигуна.

20. Пробіговий викид шкідливих речовин: визначення, іспити за допомогою їздових іспитових циклів, гранично припустимі норми викидів відповідно до правил ЕЭК ООН і ОСТ.

21. Параметри, від яких залежить пробіговий викид CO від одиночного автомобіля розрахункового типу на ділянці магістралі, що включає в себе існуючі перегін і регульоване перехрестя.

22. Параметри, від яких залежить пробіговий викид окисів азоту від одного автомобіля розрахункового типу на ділянці магістралі, що включає

в себе існуючі перегін і регульоване перехрестя.

23. Розрахунковий вантажний й легковий автомобілі та наведена інтенсивність руху легкових і вантажних автомобілів в одиницю часу під час розрахунку токсичної характеристики транспортного потоку за викидами CO.

24. Параметри, за якими визначаються викиди CO, CH, NO за одиницю часу на ділянці магістралі, одиничної довжини від транспортного потоку, що рухається в одному напрямку.

25. Параметри, від яких залежить пробіговий викид CO одного автомобіля розрахункового типу на ділянці магістралі, що включає в себе проєктовані перегін і регульоване перехрестя.

26. Ступінь впливу шкідливих викидів автомобілів на навколишнє середовище в примагістральній забудові. Основні моделі для розрахунків концентрації шкідливих викидів у примагістральній забудові.

27. Параметри, що визначають середньодобові концентрації шкідливої речовини, що викидається з відпрацьованими газами автомобілів.

28. Визначення концентрації токсичних компонентів відпрацьованих газів в атмосферному повітрі на вулиці, розглянутої як каньйон.

29. Концентрація токсичних компонентів відпрацьованих газів автомобілів на перехресті міських магістралей.

30. Визначення середньодобової концентрації шкідливої речовини, що викидається з відпрацьованими газами автомобілів на краю проїзної частини магістралі і на відстані від неї.

31. Гранично припустима концентрація деяких компонентів відпрацьованих газів автомобілів. Приведення гранично припустимих концентрацій токсичних речовин до гранично припустимої концентрації окису вуглецю.

32. Визначення коефіцієнта приведення до гранично припустимої концентрації окису вуглецю під час визначення збитку від забруднення атмосфери.

33. Визначення еквівалентної маси токсичних речовин, що надійшли в атмосферу, під час оцінювання соціально-економічного збитку від забруднення атмосфери міст і промислових центрів.

34. Вплив концентрації окису вуглецю на організм людини.

35. Гранично припустимий викид шкідливих речовин транспортними потоками. Задачі розрахунку гранично припустимого викиду. Тимчасово погоджений викид. Визначення припустимої загазованості від транспортного потоку.

36. Методи зниження рівня загазованості атмосферного повітря на внутрішньомікрорайонній території.

37. Характеристика зелених насаджень, що знижують рівень

загазованості повітря на внутрішньомікрорайонній території.

38. Розрахунок припустимої концентрації токсичних речовин, що викидаються з газами автомобілів, що відробили, на житлову забудову, з урахуванням захисних споруджень.

39. Параметри розрахункової швидкості вітрового потоку.

40. Шум одиночного автомобіля і транспортного потоку.

41. Визначення шумової характеристики транспортного потоку при однорядному і дворядному русі.

42. Визначення розрахункового еквівалентного рівня звуку.

43. Визначення максимально можливої шумової характеристики транспортного потоку.

44. Нормативні рівні шуму в приміщенні і на території. Зниження рівня шуму від транспортного потоку на території й у приміщенні.

45. Зниження рівня шуму над поверхнею землі.

46. Зниження рівня шуму зеленими насадженнями.

47. Зниження рівня шуму спорудженнями, що екранують шум.

48. Зниження рівня шуму зовнішньою стіною і віконними прорізами будинку.

49. Електромагнітні випромінювання транспортного потоку.

50. Транспортна вібрація.

3.3 Задачі до контрольної роботи

Задача 1.

Визначити середнє значення за рік викиду шкідливих речовин Q_{CO} та Q_{NO} на довжині перегону L_{Π} із перехрестям, де встановлено світлофорне регулювання з тривалістю циклу T_{Π} та ефективною тривалістю зеленої фази t_{ef} , за інтенсивності руху N , якщо частка легкових автомобілів у транспортному потоці складає Δ_L і середня швидкість потоку буде V . Розрахунковий рік визначення параметрів T – існуючий зараз.

Задача 2.

Розрахувати за варіантом вибраних вихідних даних середнє значення викиду CO $q_{\dot{e}}^{CO}$ та $q_{\dot{a}}^{CO}$ та пробіговий викид окисів азоту $q_{\dot{e}}^{NO}$ та $q_{\dot{a}}^{NO}$ для легкових та вантажних автомобілів на довжині перегону L_{Π} із перехрестям, де встановлено світлофорне регулювання з тривалістю циклу T_{Π} та ефективною тривалістю зеленої фази t_{ef} , за інтенсивності руху N , якщо частка легкових автомобілів у транспортному потоці складає Δ_L і середня швидкість потоку буде V . Розрахунковий рік визначення параметрів T – існуючий зараз.

Задача 3.

Визначити середні значення інтенсивності викидів шкідливих речовин (CO , C_nH_m та NO) Q_{CO} , Q_{CH} та Q_{NO} за одиницю часу на ділянці магістралі одиничної довжини від транспортного потоку, що рухається в одному напрямку. Середнє значення пробігового викиду CO розрахувати за рекомендаціями практичної роботи №1, а середні пробігові викиди NO прийняти: $q_{\text{e}}^{\text{NO}} = 3,82$ г/км, $q_{\text{a}}^{\text{NO}} = 7,19$ г/км.

Задача 4.

Розрахувати за варіантом вибраних вихідних даних середнє значення інтенсивності викидів шкідливих величин (CO , C_nH_m та NO) Q_{CO} , Q_{CH} та Q_{NO} на ділянці дороги $L_{\text{П}}$ за одиницю часу від транспортного потоку, що рухається в одному напрямку. Середнє значення пробігового викиду CO прийняти: $q_{\text{e}}^{\text{CO}} = 40,32$ г/км, $q_{\text{a}}^{\text{CO}} = 177,7$ г/км, а середні пробігові викиди NO розрахувати за методикою практичної роботи №1.

Задача 5.

Розрахувати за варіантом вибраних даних значення концентрації шкідливих речовин (CO , C_nH_m та NO) на лінії забудови, якщо відомі: кількість будинків на перегоні n , середня кількість поверхів забудови $h_{\text{ср}}$, довжина будинку уздовж лінії забудови $l_{\text{к}}$, швидкість вітру V , кут між напрямом вітру і магістраллю α та відстань від краю проїзної частини до лінії забудови X . Величини $Q_{\text{CO}} = 20,29$ мг/(м.с), $Q_{\text{CH}} = 0,762$ мг/(м.с) та $Q_{\text{NO}} = 0,631$ мг/(м.с). Довжина перегону $L_{\text{П}}$.

Задача 6.

Розрахувати за варіантом вибраних вихідних даних значення концентрацій шкідливих речовин на ділянці від краю проїзної частини до лінії забудови для розрахункових точок, які розташовані одна від одної на відстані 5 м, якщо відомі: кількість будинків на перегоні n , середня кількість поверхів забудови $h_{\text{ср}}$, довжина будинку уздовж лінії забудови $l_{\text{к}}$, швидкість вітру V , кут між напрямом вітру і магістраллю α та відстань від краю проїзної частини до лінії забудови X . Величини $Q_{\text{CO}} = 40,30$ мг/(м.с), $Q_{\text{CH}} = 1,400$ мг/(м.с) та $Q_{\text{NO}} = 1,000$ мг/(м.с). Довжина перегону $L_{\text{П}}$.

Задача 7.

Розрахувати за варіантом вибраних даних значення концентрацій шкідливих речовин на лінії забудови C_{CO} , C_{CH} , C_{NO} згідно з рекомендацією практичної роботи №3 ($Q_{\text{CO}} = 31,25$ мг/(м.с), $Q_{\text{CH}} = 1,527$ мг/(м.с) та $Q_{\text{NO}} = 1,301$ мг/(м.с)), порівняти їх з гранично допустимими концентраціями (ГДК). У випадку перевищення концентрацій шкідливих речовин значень Екологічні характеристики транспортних систем міст

ГДК необхідно розробити та обґрунтувати можливі заходи щодо їх зниження.

Задача 8.

Розрахувати за варіантом вибраних вихідних даних значення концентрацій шкідливих речовин на ділянці в межах лінії забудови згідно з рекомендацією практичної роботи №3 ($Q_{CO} = 61,23$ мг/(м.с), $Q_{CH} = 2,527$ мг/(м.с) та $Q_{NO} = 2,301$ мг/(м.с)) у порівнянні з ГДК. У випадку перевищення концентрацій шкідливих речовин значень ГДК необхідно розробити та обґрунтувати можливі заходи щодо їх зниження.

Задача 9.

Визначити за варіантом вибраних вихідних даних розрахунковий еквівалентний рівень звуку на вулиці міста за таких умов: інтенсивність руху N (кількість вантажних автомобілів з карбюраторними двигунами – 40 %, з дизельними – 10 %), швидкість руху V, перехрестя з регульованим рухом, одностороння забудова при відстані між лінією забудови і краєм проїзної частини X.

Задача 10.

Визначити за варіантом вибраних вихідних даних розрахунковий еквівалентний рівень звуку на вулиці міста за таких умов:

- інтенсивність руху N;
- кількість вантажного та громадського транспорту з карбюраторними двигунами – 50 %, з дизельними двигунами – 15 % та трамваїв у потоці – 15 %;
- позовжній ухил вулиці – 3 %;
- розділювальна смуга між проїзними частинами шириною 10 м;
- перехрестя з регульованим рухом;
- тип дорожнього покриття проїзної частини – бетон;
- двостороння забудова;
- відстані між лінією забудови і краєм проїзної частини X.

Задача 11.

Визначити за варіантом вибраних вихідних даних очікуваний шум $L_{\Delta z}$ в розрахунковій точці (зона дитячого майданчика) при розрахунковому еквівалентному рівні звуку на вулиці міста $L_{\Delta \hat{e} \hat{e} \hat{e}} = 75,5$ дБА (рівень звуку на перегоні та величина $L'_{\Delta 7} = 73,5$ дБА), яка розташована у дворі за будинком на висоті 1,0 м.

Задача 12.

Які заходи щодо зниження рівня шуму потрібно розробити, щоб при

розрахунковому еквівалентному рівні звуку на перегоні вулиці міста $\Delta L_{\text{дод}} = 90$ дБА у розрахунковій точці, яка знаходиться в аудиторії вищого навчального закладу на відстані 15 м від лінії забудови і на висоті 1,8 м, очікуваний шум ΔL_{A_i} не перевищував нормативний, який за таблицею 2.26 дорівнює 40 дБА?

3.4 Правила оформлення контрольної роботи

Контрольну роботу можна виконувати в шкільному зошиті або на комп'ютері. Якщо контрольна робота виконується в шкільному зошиті, необхідно залишити для заміток рецензента поля, усі записи повинні бути зроблені акуратно, скорочення слів, крім загальноприйнятих, не припустимі.

Якщо контрольна робота виконується на комп'ютері, необхідно встановити наступні параметри форматування документа:

- формат аркуша – А4, поля зліва – 2,5 см, зверху, знизу – по 2 см, справа – 1 см. Інтервал між рядками – полуторний;
- стиль тексту – шрифт Times New Roman, 14 pt, звичайний, абзац 1,27 см, вирівнювання по ширині, без переносів.

Умови питань і задачі обов'язково приводити. Для задачі навести чисельні значення вихідних величин завдання (Додаток А).

Якщо під час відповіді на запитання або під час розв'язання задачі необхідно привести формулу, то всі величини, що до неї входять, повинні бути описані при їх першому використанні в роботі. Якщо контрольна робота виконується на комп'ютері, формули та символи, що до них входять, повинні бути набрані в редакторі формул Microsoft Equation 2,0 (і наступних версіях).

Приклад написання формули у тексті:

Коефіцієнт регулярності руху:

$$Z = \frac{N}{N'_{max}}, \quad (1)$$

де N – фізична інтенсивність руху на смузі, авт/ год.;

N'_{max} – максимальна інтенсивність руху на одній смузі, авт/год.

Усі розрахунки варто виконувати в системі СІ з точністю розрахунку – дві цифри після коми (наприклад, $Z=0,91$). Розмірні величини повинні вказуватися зі своїми одиницями вимірів (наприклад, $V_c=25$ км/год.).

Схеми або рисунки в роботі виконувати олівцем із використанням креслярських інструментів.

Приклад оформлення рисунків у тексті:

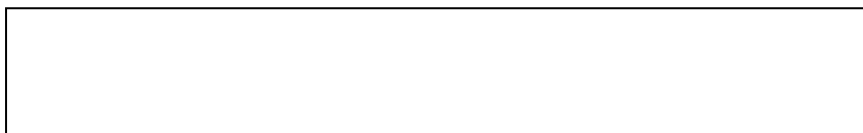


Рисунок 1 – Схема поперечного розтину магістральної дороги з графіками зміни розрахункових значень C_{CO}

За наявності в контрольній роботі таблиць слід давати їм заголовок «Таблиця 1». Після номера таблиці крапка не ставиться. Далі через тире розміщується назва таблиці з прописної букви по центру без заключної крапки. Якщо контрольна робота виконується на комп'ютері, між словом «Таблиця», назвою таблиці та самою таблицею повинен бути одинарний інтервал.

Приклад оформлення таблиці у тексті:

Таблиця 1 – Гранично допустимі концентрації шкідливих речовин

Шкідливі речовини	Гранично допустимі концентрації, мг/м ³

Номера таблиць, рисунків та формул в контрольній роботі мають наскрізну нумерацію.

Після виконання контрольної роботи необхідно навести список літератури – назву ЛІТЕРАТУРА слід писати великими літерами через рядок після розв'язання задачі, рівняння по центру. Посилання на літературу після відповіді на кожне питання виконувати в квадратних дужках (Додаток А).

Виправлення за зауваженнями рецензента повинні бути записані на чистих аркушах того ж зошита або комп'ютерного варіанта. Виправлення повинні супроводжуватися заголовком: «Виправлення за зауваженнями». Якщо виправлень так багато, що Ви вирішили виправлені відповіді записати в новий зошит, то перший варіант незарахованої контрольної роботи необхідно додавати обов'язково. Приклад оформлення титульного аркуша наведено у Додатку Б.

Додаток А

Приклад оформлення питань та задачі

<p>Питання № 1 (Зміст питання)</p>
<p>Відповідь на питання № 1</p> <p>[1-5] ← Посилання на літературу (її номер за списком)</p>
<p>Питання № 2 (Зміст питання)</p>
<p>Відповідь на питання № 2</p> <p>□</p>
<p>Задача (Зміст задачі)</p>
<p>Вихідні дані:</p> <p>Розв'язання</p>
<p>ЛІТЕРАТУРА</p> <p>1. 2. ...</p>

Додаток Б

Приклад оформлення титульного аркуша контрольної роботи

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ, МОЛОДІ ТА СПОРТУ УКРАЇНИ
ДЕРЖАВНИЙ ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД
«ДОНЕЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ»
АВТОМОБІЛЬНО-ДОРОЖНИЙ ІНСТИТУТ

КОНТРОЛЬНА РОБОТА

З ДИСЦИПЛІНИ

«ЕКОЛОГІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ТРАНСПОРТНИХ СИСТЕМ МІСТ»

№ ЗАЛІКОВОЇ КНИЖКИ - ____

ВАРІАНТ № ____

ВИКОНАВ:

студент (ка) групи _____

_____ підпис

_____ (П.І.П.)

2011

ЕЛЕКТРОННЕ НАВЧАЛЬНО-МЕТОДИЧНЕ ВИДАННЯ

Куниця Анатолій Васильович
Василенко Тетяна Євгенівна
Лапутин Роман Олександрович
Меженков Артем Володимирович

**РОБОЧА ПРОГРАМА ТА МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
ДО ВИКОНАННЯ ПРАКТИЧНИХ ТА КОНТРОЛЬНИХ РОБІТ З
ДИСЦИПЛІНИ «ЕКОЛОГІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ
ТРАНСПОРТНИХ СИСТЕМ МІСТ»**

Підписано до друку 2011 р. Гарнітура Times New Roman.
Умовн. друк. арк. ___. Зам. № __а

Державний вищий навчальний заклад
«Донецький національний технічний університет»
Автомобільно-дорожній інститут
84646 м. Горлівка, вул. Кірова, 51
E-mail: druknf@rambler.ru

Редакційно-видавничий відділ

Свідоцтво про внесення до Державного реєстру видавців, виготовників
і розповсюджувачів видавничої продукції ДК № 2982 від 21.09.2007р.