

ЕКОЛОГІЯ ТА ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

УДК 625.7/8:504.055

Савенко В.Я., д-р техн. наук, Бондаренко Л.П., канд. техн. наук

МЕТОД ОЦІНКИ ВПЛИВУ ДОРОЖНЬО-ТРАНСПОРТНОГО КОМПЛЕКСУ НА ЕКОЛОГІЧНИЙ СТАН ДОВКІЛЛЯ НА ОСНОВІ КОМП'ЮТЕРНОГО МОДЕЛЮВАННЯ

Анотація. У роботі презентується розроблений авторами програмний комплекс для прогнозування впливу об'єктів дорожньо-транспортного комплексу на екологічний стан довкілля. Наведено опис функціональних можливостей даного програмного комплексу та представлено результати числових експериментів з дослідження впливу різних зовнішніх факторів на рівень забруднення приземного шару атмосфери. Також робота містить практичні розрахунки впливу на довкілля реального асфальтобетонного заводу.

Ключові слова: автомобільна дорога, асфальтобетонний завод, довкілля, модель.

Аннотация. В работе презентуется разработан авторами программный комплекс для прогнозирования влияния объектов дорожно-транспортного комплекса на экологическое состояние окружающей среды. Приведено описание функциональные возможности данного программного комплекса и представлены результаты численных экспериментов по исследованию влияния различных внешних факторов на уровень загрязнения приземного слоя атмосферы. Также работа содержит практические расчеты влияния на окружающую среду реального асфальтобетонного завода.

Ключевые слова: автомобильная дорога, асфальтобетонный завод, окружающей среды, модель.

Annotation. The paper presented by the authors developed a software package for predicting the impact of objects of road-transport complex on the ecological environment. The description functional capabilities of the software system and presents the results of numerical experiments to investigate the effect of different external factors on the level of contamination of the surface layer of the atmosphere. Also, the work contains practical calculations the real environmental impact of asphalt plant.

Keywords: road, asphalt plant environmental model.

Вступ

Сучасний дорожньо-транспортний комплекс є одним з найбільш небезпечних і масштабних забруднювачів навколишнього середовища, об'єднуючи в собі мережу автомобільних доріг і дорожньо-транспортні підприємства, які за оцінками багатьох спеціалістів посідають друге місце за шкідливістю після підприємств хімічної промисловості. Таким чином, актуальною проблемою сьогодення є прогнозування впливу об'єктів дорожньо-транспортного комплексу на екологічний стан довкілля з метою пошуку найбільш оптимальних форм управління природоохоронною діяльністю в транспортній галузі.

Одним з найбільш ефективних методів розв'язання оптимізаційних задач є метод комп'ютерного моделювання, який дає можливість досліджувати найскладніші фізичні процеси, аналізувати вплив різних факторів на поведінку досліджуваних систем та обирати серед них комбінації, при яких система найбільш точно відповідатиме наперед заданим вимогам користувача.

Основна частина

У рамках даного підходу в Національному транспортному університеті (Україна, м. Київ) за участю авторів був розроблений обчислювально-моделюючий комплекс для прогнозування впливу об'єктів дорожньо-транспортного комплексу на екологічний стан довкілля, що включає в себе математичну модель, розрахунковий алгоритм та програму для ЕОМ. В основу обчислювально-моделюючого комплексу покладено досить апробовану на сьогоднішній день методику розрахунку забруднення атмосфери ОНД-86, яка в свою чергу базується на рівняннях турбулентного переносу імпульсу і маси.

Програма складається з комплексу модулів, що включає в себе сім функціонально незалежних, але повністю узгоджених між собою програмних одиниць. Така організація програмного забезпечення є найбільш зручною,

виходячи з наступних міркувань.

По-перше, всі програмні одиниці є абсолютно незалежними, але в той же час кожна з них має певне закінчене функціональне навантаження і, відповідно, може використовуватися самостійно для розв'язування конкретної інженерної задачі.

По-друге, кожен модуль комплексу може бути легко замінений іншим модулем (наприклад інший метод розв'язання), який нестиме те ж функціональне навантаження. При цьому єдине обмеження на новий блок – узгодженість з комплексом за складом і структурою вхідних і вихідних даних.

По-третє, при роботі з комплексом задаються дані лише для першого блоку. Всі проміжні результати формуються програмно, узгоджені між собою, але при бажанні користувача можуть бути отримані.

Модуль Emmision являє собою головний модуль обчислювального комплексу, який завантажує вхідні дані, будує просторову розрахункову сітку та проводить інтерполявання значень відповідних характеристик в розрахункових вузлах сітки. Далі модуль Emmision активізує модуль розрахунку та формує результуючі файли даних. Модуль має інтуїтивний та зручний інтерфейс користувача, за допомогою якого проводиться введення вхідних даних, покроковий розрахунок значень відповідних характеристик та перегляд проміжних результатів.

Від користувача вимагається задавання наступних вхідних даних:

а) метеокліматичні умови району розташування досліджуваного об'єкта:

- широтне розташування;
- напрям і швидкість вітру;
- температура повітря
- особливості рельєфу;
- фонові якість повітря;

б) параметри джерела викиду:

- геометрія;
- температура і швидкість газоповітряної суміші на виході з труби;
- потужність джерела викиду;

в) розрахунковий крок;

г) довжина розрахункової ділянки.

В результаті роботи програмного забезпечення можна отримати:

- максимальні значення приземних концентрацій домішок і відстані від

джерел викидів, на яких вони досягаються для довільних параметрів оточуючого середовища та довільних форм рельєфу;

– розподіли приземних концентрацій домішок для довільних параметрів оточуючого середовища з урахуванням рельєфу місцевості;

– значення небезпечних швидкостей і напрямків вітру, при яких досягається найвищий рівень забруднення приземного шару атмосфери для заданих зовнішніх умов і рельєфу місцевості;

– значення гранично допустимих викидів домішок в атмосферу виробничих підприємств з урахуванням рельєфу місцевості;

– оптимальні параметри джерел викидів, що відповідають наперед заданим значенням максимальних приземних концентрацій та форм рельєфу місцевості;

– розміри санітарно-захисної зони підприємства як за окремими домішками, так і в цілому.

На базі створеного програмного комплексу проведено серію чисельних експериментів з дослідження впливу трьох основних груп факторів, що впливають на процеси поширення домішок від дорожньо-транспортних об'єктів (виробничих підприємств і транспортних потоків):

1. Метеокліматичні фактори (температура повітря, швидкість вітру, рельєф місцевості, широтне розташування підприємства);

2. Конструктивні особливості джерел викидів (геометрія, температура, швидкість і потужність викиду і т.д.)

3. Якісно-кількісні параметри викидів (дисперсність домішок, їх концентрація у газоповітряній суміші і т.д.)

За результатами розрахунків побудовано графічні залежності та зроблено науково-практичні висновки.

Наведемо декілька результатів чисельних експериментів.

В якості першого прикладу в табл. 1 і на рис. 1,2 наведено результати дослідження впливу температури повітря на розповсюдження домішок в приземному шарі атмосфери. Аналіз розрахункових даних і графічних залежностей дозволяють зробити висновок, що з підвищенням температури повітря приземні концентрації домішок збільшуються і досягають своїх максимумів ближче до джерела викиду, при цьому небезпечна швидкість вітру зменшується.

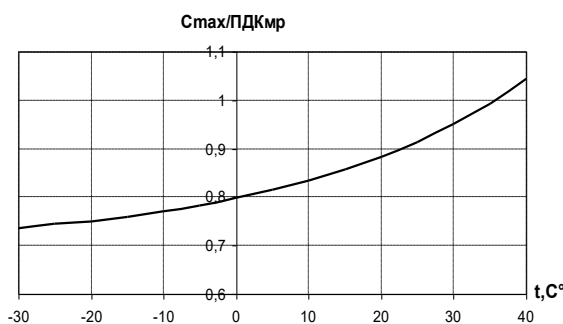


Рисунок 1 - Залежність максимальних приземних концентрацій домішок від температури повітря

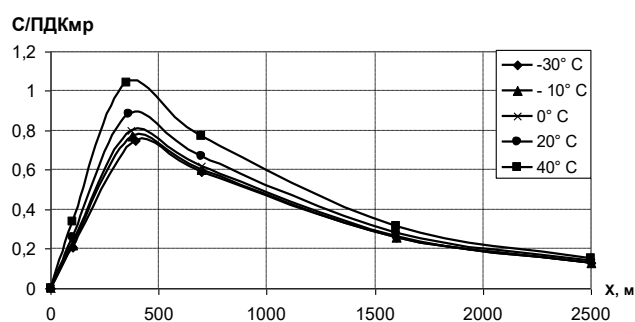


Рисунок 2 - Розподіли приземних концентрацій домішок по осі факелу викиду при різних значеннях температури повітря

Таблиця 1 – Показники забруднення приземного шару атмосфери при різних температурах повітря

Показник	Температура, °C						
	-30	-10	0	10	20	30	40
Безрозмірна максимальна приземна концентрація Стах/ГДКмр	0,73	0,77	0,80	0,83	0,88	0,95	1,04
Відстань від джерела, на якій досягається максимум, м	389	378	373	368	362	356	349
Небезпечна швидкість ветру, м/с	2,19	1,9	1,83	1,75	1,66	1,56	1,45

В якості другого прикладу в табл. 2 і на рис. 3, 4 наведено результати дослідження впливу швидкості вітру на розповсюдження домішок в приземному шарі атмосфери. Аналіз розрахункових даних і графічних залежностей дозволяє зробити висновок, що найвищий рівень забруднення приземного шару атмосфери спостерігається при небезпечних швидкостях вітру, які залежать від параметрів джерела викиду і визначаються розрахунковим шляхом. Чим більше відхилення швидкості вітру від небезпечної, тим значення максимальних приземних концентрацій менші і досягаються на більших відстанях від джерела викиду.

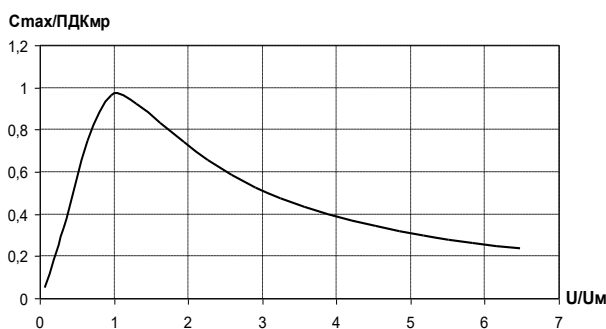


Рисунок 3 - Залежність максимальних приземних концентрацій домішок від швидкості вітру

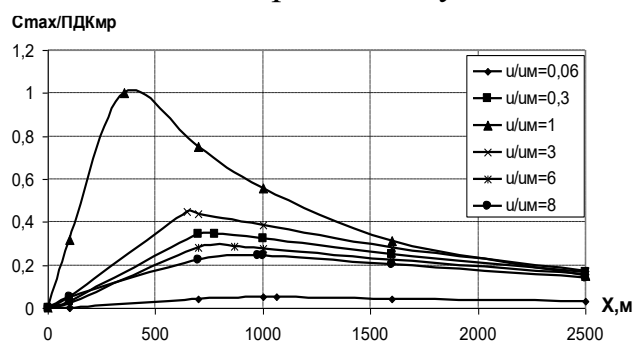


Рисунок 4 – Розподіл приземних концентрацій домішок по осі факелу викиду при різних швидкостях вітру

Таблиця 2 - Показники забруднення приземного шару атмосфери при різних значеннях швидкостей вітру

Показник	Швидкість вітру, м/с						
	0,06	0,1	0,3	1	3	6	8
Безрозмірна максимальна приземна концентрація $Stax/\Gamma ДК_{mp}$	0,05	0,11	0,33	0,96	0,52	0,24	0,18
Відстань від джерела, на якій досягається максимум, м	1065	998	777	355	572	940	1161

Крім теоретичних досліджень, розроблений обчислювально-моделюючий комплекс можна успішно застосовувати і для розв'язання конкретних прикладних задач, зокрема в управлінні екологічною діяльністю виробничих підприємств дорожньо-транспортного комплексу, а також для оцінки впливу транспортних потоків на рівень забруднення придорожніх смуг.

На рис. 5 і рис. 6 в якості прикладу представлено практичні аспекти застосування розробленого обчислювально-моделюючого комплексу для прогнозування впливу реального асфальтобетонного заводу (Україна, м. Васильків) на екологічний стан довкілля. Для даного заводу було проведено повний спектр чисельних розрахунків на ЕОМ, аналіз результатів яких дав можливість прийняти обґрунтовані і найбільш оптимальні інженерні рішення щодо мінімізації негативного впливу заводу на довкілля.

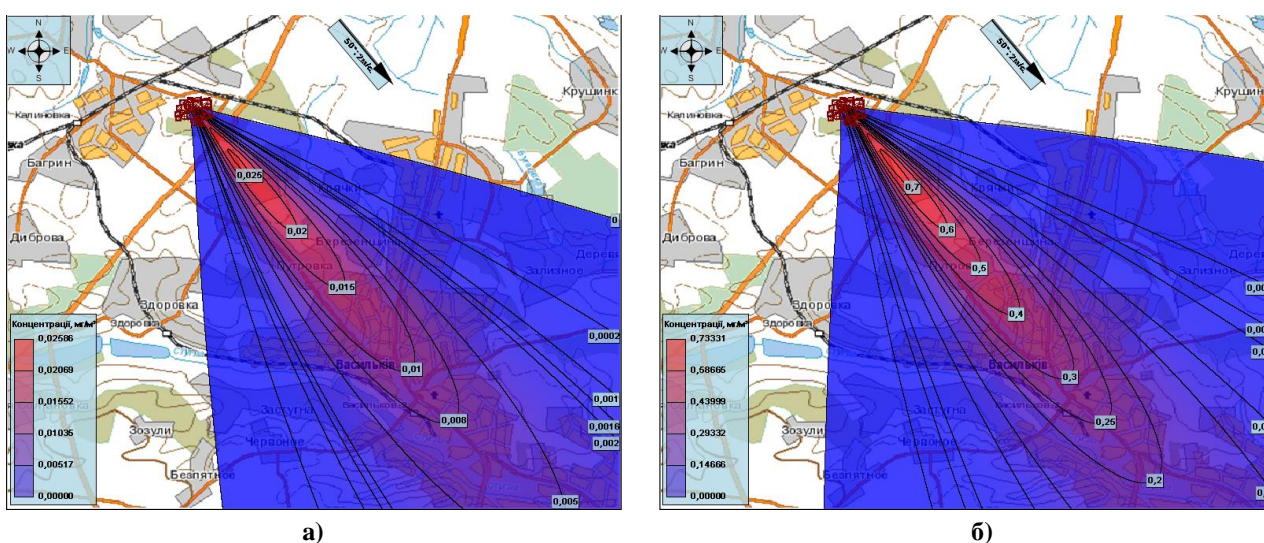


Рисунок 5 - Карти-схеми розсіювання домішок від асфальтобетонного заводу (Україна, м. Васильків):
а) V_2O_5 ; б) SO_2

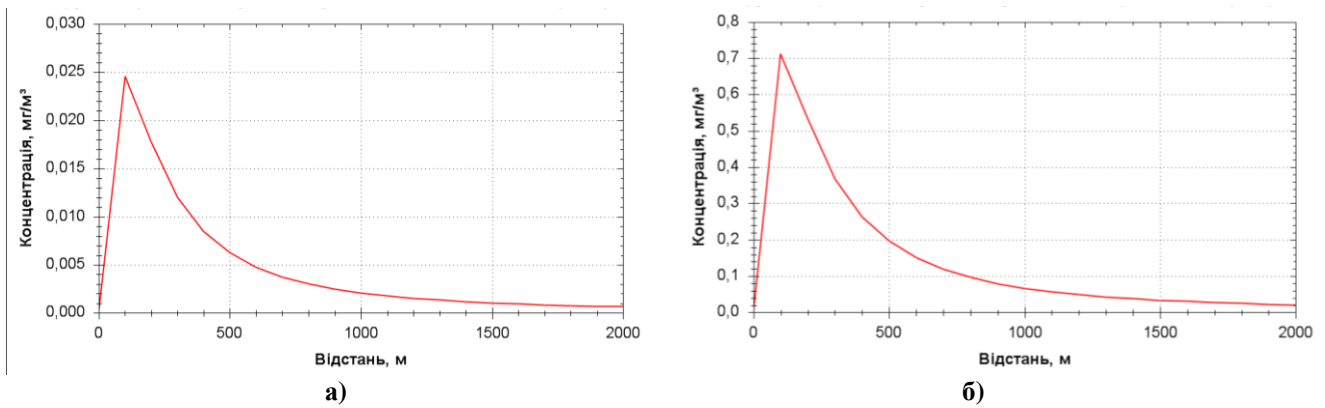


Рисунок 6 - Розподіл приземних концентрацій домішок від асфальтозмішувальної установки (Україна, м. Васильків)

Висновки

Розроблений в роботі програмний комплекс дозволяє проводити як теоретичне дослідження впливу різних зовнішніх даних на рівень забруднення приземного шару атмосфери, так і практичні розрахунки реальних об'єктів дорожньо-транспортного комплексу, що є невід'ємною частиною в управлінні їх екологічною діяльністю.

Література

1. Численные методы, используемые в атмосферных моделях/Перевод с англ. – Л.: Гидрометеиздат – 1982. – 360с
2. Численное моделирование распространения загрязнений в окружающей среде/М. З. Згуровский, В. В. Скопецкий, В. К. Хрущ, Н. Н. Беляев. – К.: Наук. думка, 1997. – 368с.
1. З Берлянд М. Е. Современные проблемы атмосферной диффузии и загрязнения атмосферы. Л.: Гидрометеиздат, 1975. 448с.
3. Методика расчета концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий. ОНД-86. – Л.: Гидрометеиздат, 1987. – 94 с.

Рецензенти

В.І. Братчун, д-р техн. наук, ДонНАБА (Краматорськ)

Є.Б. Угненко, д-р техн. наук, ХНАДУ (Харків)

Reviewers

V.I. Bratchun, Dr.Tech.Sci., DonNACEA (Kramatorsk)

Ye.B. Uhenko, Dr.Tech.Sci., KhNAHU (Kharkiv)