

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет кораблебудування
імені адмірала Макарова

В. В. БЛАГОДАТНИЙ, Н. І. МАГАСЬ

**РОЗРАХУНОК РОЗСПОВАННЯ ЗАБРУДНЮЮЧИХ
РЕЧОВИН В АТМОСФЕРНОМУ ПОВІТРІ**

Методичні вказівки

Рекомендовано Методичною радою НУК

Миколаїв 2009

УДК 504.064 (076)

Благодатний В.В., Магась Н.І. Розрахунок розсіювання забруднюючих речовин в атмосферному повітрі: Методичні вказівки. – Миколаїв: НУК, 2009. – 44 с.

Кафедра екології

Описано методики визначення концентрацій забруднюючих речовин у приземному шарі атмосфери та гранично допустимих викидів шкідливих речовин згідно з нормативними документами, а також з використанням комп'ютерної програми ЕОЛ. Наведено приклади розрахунків розсіювання забруднюючих речовин в атмосферному повітрі та проведено аналіз результатів комп'ютерного розрахунку.

Методичні вказівки призначені для студентів денної та заочної форми навчання спеціальності 7.070801 "Екологія та охорона навколишнього середовища".

Рецензент доцент, канд. техн. наук Є.І. Трушляков

*Згідно з наказом ректора НУК № 08 від 09.01.2008
методичні вказівки друкуються в авторській редакції
і відповідальність за їх редагування несе автор.*

ВСТУП

Оцінка стану атмосферного повітря здійснюється шляхом співставлення концентрацій шкідливих речовин у приземному шарі атмосфери з гранично допустимими концентраціями (ГДК). Рівень забруднення атмосфери промисловими підприємствами вважається безпечним, якщо ці концентрації не перевищують ГДК, відповідно, валові викиди шкідливих речовин знаходяться в межах гранично допустимих викидів (ГДВ) або тимчасово-допустимих викидів. Тому при обґрунтуванні обсягів викидів, для отримання дозволу на викиди забруднюючих речовин в атмосферне повітря стаціонарними джерелами, оцінці впливу та антропогенного навантаження на навколишнє середовище, проведенні екологічної експертизи, екологічному аудиту основним елементом є розрахунок параметрів забруднення атмосферного повітря.

При оформленні цих документів розрахунки слід виконувати за затвердженими Міністерством екології та природних ресурсів України комп'ютерними програмами, а для одиночних джерел забруднення повітря – вручну за Методикою розрахунків концентрацій в атмосферному повітрі шкідливих речовин (ОНД-86).

Тому важливим є оволодіння студентами сучасними методиками розрахунку розсіювання шкідливих речовин у приземному шарі атмосферного повітря, надбання практичних навичок в розробці і застосуванні математичних моделей для аналізу та прогнозування екологічних процесів у інженерних і природних системах.

Матеріали методичних вказівок можуть бути використані студентами денної та заочної форми навчання спеціальності 7.070701 "Еко-

логія та охорона навколишнього середовища" при виконанні курсових робіт з дисциплін: "Моделювання та прогнозування стану довкілля", "Джерела забруднення навколишнього середовища", "Техноекологія", "Природоохоронні технології" та при написанні дипломних робіт за напрямом 0708 "Екологія".

1. Розрахунок розсіювання у приземному шарі атмосфери забруднюючих речовин, що містяться у викидах промислового підприємства за ОНД – 86

1.1. Структура ОНД – 86

Методика призначена для вирішення практичних завдань, пов'язаних з прогнозом забруднення атмосферного повітря на основі розв'язання рівняння турбулентної дифузії.

Методика дозволяє визначати горизонтальний (у двометровому шарі над поверхнею землі) та вертикальний розподіл концентрацій при викидах від одиночного точкового джерела (розділ 2), лінійного джерела (розділ 3), групи джерел і майданчикових джерел (розділ 5), а також мінімальну висоту джерела викиду, гранично – допустимі викиди і межі санітарно – захисної зони підприємств (розділ 8). Поправки до розрахунків, що враховують наявності перешкод поширенню повітряних мас або ефекту сумації шкідливої дії декількох речовин до цих методик слід вносити поправки згідно з розділами 4 і 6 відповідно.

Ступінь забруднення атмосферного повітря визначається найбільшим розрахованим значенням концентрації, що відповідає несприятливим метеорологічним умовам (НМУ), небезпечній швидкості вітру, максимальному завантаженню джерела викидів.

1.2. Розрахунок забруднення атмосфери викидами одиночного джерела

Послідовність визначення рівня забруднення атмосферного повітря викидами одиночних джерел промислових підприємств наступна.

1. Визначення характеристик газоповітряної суміші на виході з джерела викиду

Значення потужності викиду M (г/с) та об'ємної витрати газоповітряної суміші V_1 (м³/с) при проектуванні підприємства розраховують у технологічній частині проекту або приймають на підставі діючих для технологічного процесу нормативів. У розрахунках приймають такі значення M та V_1 , при яких буде найбільше значення концентрації

забруднюючої речовини. Якщо є обладнання для уловлювання забруднюючих речовин, то значення M приймають відповідно до вмісту забруднюючих речовин у газоповітряній суміші після очищення.

Значення V_1 розраховують за формулою $V_1 = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot \omega_0$, де D (м) –

діаметр отвору джерела викиду; ω_0 (м/с) – середня швидкість виходу газоповітряної суміші з отвору джерела викиду.

Температуру атмосферного повітря T_a (°C) приймають рівною середній температурі атмосферного повітря найбільш жаркого місяця року за СНиП 2.01.01-82, а температуру газоповітряної суміші T_r (°C) – за діючими для технологічного процесу нормативами з урахуванням підсмоктування повітря та охолодження викидів у випадку застосування мокрого пило та газоочищення. Для котелень, що працюють за опалювальним графіком, допускається при розрахунках приймати значення T_a рівним середній температурі повітря за самий холодний період.

2. Визначення безрозмірних характеристик умов виходу газоповітряної суміші з отвору джерела викиду m та n

Значення коефіцієнтів m та n розраховують залежно від параметрів f , V_m , V'_m , f_e

$$f = 1000 \cdot \frac{\omega_0^2 \cdot D}{H^2 \cdot \Delta T}; \quad V_m = 0,65 \cdot \sqrt[3]{\frac{V_1 \cdot \Delta T}{H}};$$

$$V'_m = 1,3 \cdot \frac{\omega_0 \cdot D}{H}; \quad f_e = 800 \cdot (V'_m)^3$$

Коефіцієнт m визначають залежно від f за формулами:

$$m = \frac{1}{0,67 + 0,1 \cdot \sqrt{f} + 0,34 \cdot \sqrt[3]{f}} \quad \text{при} \quad f < 100,$$

$$m = \frac{1,47}{\sqrt[3]{f}} \quad \text{при} \quad f \geq 100.$$

Якщо $f_e < f < 100$, значення коефіцієнта m встановлюють при $f = f_e$.

Коефіцієнт n при $f < 100$ визначають залежно від V_m за формулами:

$$n = 1 \quad \text{при} \quad V_m \geq 2;$$

$$n = 0,532 \cdot V_m^2 - 2,13 \cdot V_m + 3,13 \quad \text{при} \quad 0,5 \leq V_m < 2;$$

$$n = 4,4 \cdot V_m \quad \text{при} \quad V_m < 0,5.$$

3. Визначення максимального значення приземної концентрації шкідливої речовини

Найбільше значення концентрації забруднюючої речовини C_m (мг/м³), що викидається з одиночного джерела з круглим отвором за НМУ, встановлюється за формулою

$$C_m = \frac{A \cdot M \cdot F \cdot m \cdot n \cdot \eta}{H^2 \cdot \sqrt[3]{V_1 \cdot \Delta T}},$$

де A – коефіцієнт, що залежить від температурної стратифікації атмосфери та визначає умови горизонтального розсіювання атмосферних домішок. Для території України північніше 50° пн. ш. $A = 160$; для джерел у зоні від 50° до 52° пн. ш. $A = 180$; південніше 50° пн. ш. $A = 200$. F – безрозмірний коефіцієнт, що враховує швидкість осідання шкідливих речовин у повітрі. Для газоподібних забруднюючих речовин і дрібнодисперсних аерозолів, швидкість осідання яких практично дорівнює нулю $F = 1$, а для решти аерозолів при ефективності очищення викидів не менше 90 % – $F = 2$; від 75 до 90 % – $F = 2,5$; менше 75 % або за відсутності очищення – $F = 3$. η – безрозмірний коефіцієнт, що враховує вплив рельєфу місцевості на розсіювання домішок. У випадку рівної місцевості або якщо місцевість має перепади висот не більше 50 метрів на 1 км $\eta = 1$. H (м) – висота джерела викиду над рівнем землі (для наземних джерел $H = 2$ м). ΔT (°C) – різниця між температурою газоповітряної суміші – T , що викидається з отвору джерела, і температурою атмосферного повітря – T_a .

Максимальна приземна концентрація шкідливих речовин C_m при викиді холодної газоповітряної суміші з круглого отвору одиночного джерела при НМУ, при $f > 100$ або $T \equiv 0$ та $V_m \geq 0,5$, визначається за формулою $C_m = \frac{A \cdot M \cdot F \cdot n \cdot \eta}{H^{4/3}} \cdot K$, де $K = \frac{D}{8 \cdot V_1} = \frac{1}{7,1 \cdot \sqrt{\omega_0 \cdot V_1}}$.

4. Визначення відстані від джерела викидів на якій найбільше значення приземної концентрації шкідливої речовини

Відстань x_m (м) від джерела викидів, на якій приземна концентрація C_m (мг/м³) при НМУ досягає найбільшого значення, знаходять за формулою

$$x_m = \frac{5-F}{4} d \cdot H,$$

де безрозмірний коефіцієнт d при $f < 100$ розраховують за формулами:

$$d = 2,48 \cdot (1 + 0,28 \cdot \sqrt[3]{f}) \quad \text{при} \quad V_m \leq 5;$$

$$d = 4,95 \cdot V_m \cdot (1 + 0,28 \cdot \sqrt[3]{f}) \quad \text{при} \quad 0,5 < V_m \leq 2;$$

$$d = 7 \cdot \sqrt{V_m} \cdot (1 + 0,28 \cdot \sqrt[3]{f}) \quad \text{при} \quad V_m > 2.$$

При $f > 100$ або $T \equiv 0$ значення d знаходять за формулами:

$$d = 5,7 \quad \text{при} \quad V'_m \leq 5;$$

$$d = 11,4 \cdot V'_m \quad \text{при} \quad 0,5 < V'_m \leq 2;$$

$$d = 16 \cdot \sqrt{V'_m} \quad \text{при} \quad V'_m > 2.$$

5. Визначення небезпечної швидкості вітру

Небезпечну швидкості вітру u_m (м/с) на рівні флюгера (приблизно 10м від землі), при якій приземна концентрація забруднюючих речовини в атмосферному повітрі має найбільше значення, при $f < 100$ знаходять за формулами:

$$u_m = 0,5 \quad \text{при} \quad V_m \leq 5;$$

$$u_m = V_m \quad \text{при} \quad 0,5 < V_m \leq 2;$$

$$u_m = V_m \cdot (1 + 0,12 \cdot \sqrt{f}) \quad \text{при} \quad V_m > 2.$$

При $f > 100$ або $T \equiv 0$ значення u_m розраховують за формулами:

$$u_m = 0,5 \quad \text{при} \quad V'_m \leq 5;$$

$$u_m = V'_m \quad \text{при} \quad 0,5 < V'_m \leq 2;$$

$$u_m = 2,2 \cdot V'_m \quad \text{при} \quad V'_m > 2.$$

6. Визначення концентрації забруднюючих речовин уздовж осі факелу викиду

Приземну концентрацію забруднюючих речовин в атмосферному повітрі C_x (мг/м³) уздовж осі факелу викиду на різних відстанях x (м) від джерела викиду, при небезпечній швидкості вітру, визначають за формулою

$$C_x = S_1 \cdot C_M,$$

де S_1 – безрозмірний коефіцієнт, що визначається залежно від співвідношення x/x_M та коефіцієнта F за формулами:

$$S_1 = 3 \cdot \left(\frac{x}{x_M} \right)^4 - 8 \cdot \left(\frac{x}{x_M} \right)^3 + 6 \cdot \left(\frac{x}{x_M} \right)^2 \quad \text{при} \quad 1 < \frac{x}{x_M} \leq 8;$$

$$S_1 = \frac{1,13}{0,13 \left(\frac{x}{x_M} \right)^2 + 1} \quad \text{при} \quad \frac{x}{x_M} \leq 1;$$

$$S_1 = \frac{\frac{x}{x_M}}{3,58 \cdot \left(\frac{x}{x_M} \right)^2 - 35,2 \cdot \left(\frac{x}{x_M} \right) + 120} \quad \text{при} \quad F \leq 1,5 \text{ і } \frac{x}{x_M} \geq 8;$$

$$S_1 = \frac{1}{0,1 \cdot \left(\frac{x}{x_M} \right)^2 + 2,47 \cdot \left(\frac{x}{x_M} \right) + 17,8} \quad \text{при} \quad F > 1,5 \text{ і } \frac{x}{x_M} \geq 8.$$

Для низьких і наземних джерел (висотою H не більше 10 м) при значеннях $x/x_M < 1$ величина S_1 замінюється на величину, визначену в залежності від x/x_M і H за формулою:

$$S_1^H = 0,125(10 - H) + 0,125(H - 2)S_1 \quad \text{при} \quad 2 \leq H < 10.$$

7. Визначення концентрації забруднюючих речовин по перпендикуляру до осі факелу викиду

Приземну концентрацію забруднюючої речовини в атмосферному повітрі C_y (мг/м³) на відстані y (м) по перпендикуляру до осі факелу викиду визначають за формулою

$$C_y = S_2 \cdot C_x,$$

де S_2 – безрозмірний коефіцієнт, що визначається за формулою

$$S_2 = \frac{1}{(1 + 5 \cdot t_y + 12,8 \cdot t_y^2 + 17 \cdot t_y^3 + 45,1 \cdot t_y^4)^2}.$$

Значення аргументу t_y залежить від швидкості вітру u (м/с) та від співвідношення y/x і знаходиться за формулами:

$$t_y = \frac{u \cdot y^2}{x^2} \quad \text{при } u \leq 5;$$

$$t_y = \frac{5 \cdot y^2}{x^2} \quad \text{при } u > 5.$$

Приклад розрахунку концентрацій шкідливої речовини в приземному шарі атмосфери за ОНД-86 наведено у Додатку 1.

1.3. Визначення приземної концентрації шкідливої речовини за несприятливих метеорологічних умов

Максимальне значення приземної концентрації шкідливої речовини $C_{ми}$ (мг/м³) за несприятливих метеорологічних умов і швидкості вітру u (м/с), що відрізняється від небезпечної швидкості вітру u_m (м/с), визначається за формулою

$$C_{ми} = r \cdot C_M,$$

де r – безрозмірна величина, що визначається в залежності від відношення u/u_m по формулах:

$$r = 0,67(u/u_m) + 1,67(u/u_m)^2 - 1,34(u/u_m)^3 \quad \text{при } u/u_m \leq 1;$$

$$r = \frac{3(u/u_m)}{2(u/u_m)^2 - (u/u_m) + 2} \quad \text{при } u/u_m > 1.$$

Відстань від джерела викиду $X_{ми}$ (м), на якій при швидкості вітру u і несприятливих метеорологічних умовах приземна концентрація шкідливих речовин досягає максимального значення $C_{ми}$ (мг/м³), визначається за формулою

$$x_{mi} = p \cdot x_m,$$

де p – безрозмірний коефіцієнт, що визначається в залежності від відношення u/u_m по формулах:

$$p = 3 \quad \text{при } u/u_m \leq 0,25;$$

$$p = 8,43(1 - u/u_m)^3 + 1 \quad \text{при } 0,25 < u/u_m \leq 1;$$

$$p = 0,32u/u_m + 0,68 \quad \text{при } u/u_m > 1.$$

1.4. Розрахунок гранично-допустимих викидів для одиночного джерела або близько розташованих одиночних джерел

Дуже часто в практиці проектування підприємств та модернізації виробництва необхідно вирішувати обернені завдання, такі як с визначення гранично допустимих викидів шкідливих речовин (ГДВ).

Гранично допустимий викид шкідливих речовин в атмосферу встановлюється для кожного джерела забруднення атмосфери таким чином, що викиди шкідливих речовин від даного джерела і від сукупності джерел міста або іншого населеного пункту з урахуванням перспективи розвитку промислових підприємств і розсіювання шкідливих речовин в атмосфері не створюють приземну концентрацію, що перевищує їх гранично допустиму концентрацію (ГДК) для населення, рослинного і тваринного світу.

Значення гранично допустимих викидів (ГДВ), г/с, для одиночного (точкового) джерела з круглим отвором або групи таких близько розташованих одиночних джерел у випадках, коли фоновая концентрація суміші, що розглядається C_ϕ , встановлена як незалежна від швидкості та напрямку вітру і постійна на території району, що розглядається, визначається за формулами:

- для нагрітої газоповітряної суміші

$$ГДВ = \frac{(ГДК - C_\phi) \cdot H^2 \sqrt[3]{V_1 \cdot \Delta T}}{A \cdot F \cdot m \cdot n \cdot \eta};$$

- для холодної газоповітряної суміші (при $f > 100$ або $T \cong 0$)

$$ГДВ = \frac{(ГДК - C_\phi) \cdot H^{4/3}}{A \cdot F \cdot n \cdot \eta} \cdot \frac{8 \cdot V_1}{D}.$$

Середня концентрація шкідливої речовини в отворі джерела викиду визначається за формулами:

$$\text{при } f < 100 \quad C_{\text{сер}} = \frac{C_m \cdot H^2}{A \cdot F \cdot m \cdot n \cdot \eta} \cdot \sqrt[3]{\frac{\Delta T}{V_1^2}};$$

$$\text{при } f \geq 100 \quad \text{або } \Delta T \cong 0 \quad C_{\text{сер}} = \frac{8 \cdot C_m \cdot H^{4/3}}{A \cdot F \cdot D \cdot n \cdot \eta}.$$

Значення параметрів газоповітряної суміші та умов виходу газоповітряної суміші з отвору джерела викиду, а також максимального значення приземної концентрації шкідливої речовини C_m розраховуються згідно з пунктом 1.2.

2. Розрахунок розсіювання у приземному шарі атмосфери забруднюючих речовин, що містяться у викидах промислового підприємства за програмою ЕОЛ – ПЛЮС

Програма ЕОЛ-ПЛЮС (ЕОЛ+) входить до переліку програм, рекомендованих Міністерством охорони навколишнього природного середовища України до використання і призначена для оцінки впливу викидів шкідливих домішок в атмосферу від джерел проєктованих і діючих підприємств на забруднення приземного шару атмосферного повітря.

Розрахункові модулі системи реалізують "Методику розрахунку концентрацій в атмосферному повітрі шкідливих речовин, що містяться у викидах підприємств. ОНД-86".

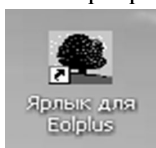
Система ЕОЛ+ дозволяє розраховувати поля забруднень для точкової моделі джерела викиду забруднюючих речовин з круглим і прямокутним отвором, лінійної моделі, моделей майданчикowego джерела з урахуванням фонових концентрацій і поправок на рельєф.

Система має вбудовану базу даних ГДК речовин і груп сумачії і передбачає графічну інтерпретацію результатів розрахунку, перегляд, генерацію і друк результатів розрахунку у формі табличних документів.

Для полегшення обробки результатів розрахунку програмою ЕОЛ формуються зовнішні додатки для перегляду і друку текстових і графічних документів полегшує.

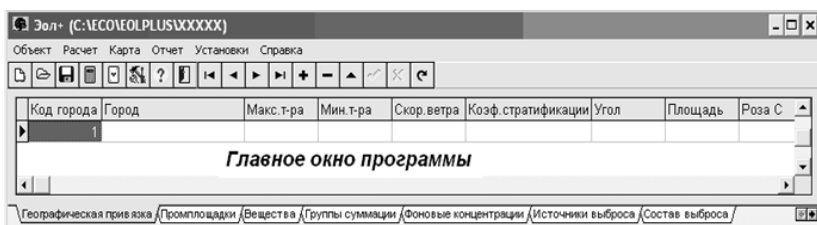
Результати ЕОМ – розрахунків використовуються для контролю ручного розрахунку і оформляються у вигляді короткого звіту в електронному вигляді і в паперовому варіанті.

2.1. Запуск програми та вихід з неї



Програма ЕОЛ+ запускається подвійним натискуванням лівої кнопки миші по іконі (піктограмі) програми "ЕОЛ+". Після запуску програми ЕОЛ+ на екрані з'являється протягом ініціалізації (підготовки до роботи) заставка, яка зберігається декілька секунд.

Після ініціалізації нормативно-довідкової інформації заставка зникає, а головне вікно програми розгортається на весь екран.



У верхній частині головного вікна знаходиться головне меню програми, що містить декілька окремих меню, за допомогою яких вибираються потрібні команди.



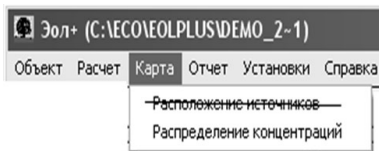
Меню "Объект" – призначене для роботи зі структурами вхідних даних, що характеризують об'єкт розрахунку. До них відносяться дані про географічну прив'язку об'єкту і метеорологічні умови, дані про промислові майданчики і характеристики джерел викиду. За допомогою команд спадаючого меню можна створювати нові (порожні) структури для зберігання даних, завантажувати дані із створених раніше структур, зберігати ці дані. Також тут знаходиться команда "Выход" для закінчення роботи програми ЕОЛ+.



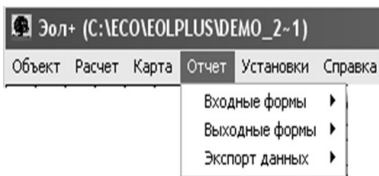
Меню "Объект" – призначене для роботи зі структурами вхідних даних, що характеризують об'єкт розрахунку. До них відносяться дані про географічну прив'язку об'єкту і метеорологічні умови, дані про промислові майданчики і характеристики джерел викиду. За допомогою команд спадаючого меню можна створювати нові (порожні) структури для зберігання даних, завантажувати дані із створених раніше структур, зберігати ці дані. Також тут знаходиться команда "Выход" для закінчення роботи програми ЕОЛ+.

Меню "Расчет" – призначене для задання умов розрахунку, переліку речовин і груп сумачії, концентрації яких необхідно розрахувати, управління розрахунком і оперативного перегляду результатів розрахунку.

Меню "Карта" – призначене для формування графічного представлення результатів розрахунку. Пункти цього меню дозволяють будувати тільки карту забруднення розрахункового майданчика в растровому форматі Microsoft Bitmap.



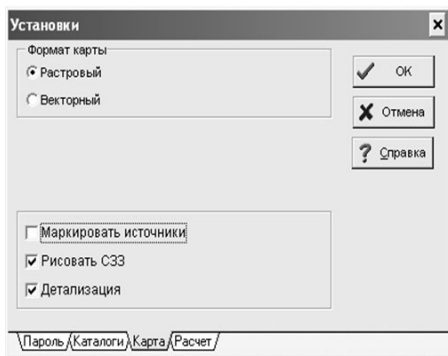
Меню "Отчет" – призначене для формування, перегляду і друку вхідних документів, що містять характеристики об'єкту розрахунку, дані про забруднюючі речовини і групи речовин одно направленої дії, таблиці значень концентрацій забруднюючих речовин. Текстові вхідні документи формуються у форматі текстового процесора Microsoft Word, тому для їх перегляду, обробки і роздруковування програма ЕОЛ+ викликає зовнішні додатки. Команди спадаючого меню, що відносяться до побудови таблиць розрахункових концентрацій домішок, стають доступними за умови існування результатів розрахунку.



Меню "Установки" – призначене для управління деякими функціями програми ЕОЛ+ і вибору зовнішніх додатків для роботи з вихідними документами.

Закладка Пароль використовується при першому запуску програми після її інсталяції.

Закладка Каталоги використовується для вибору зовнішніх додатків для роботи з вихідними документами програми. Програма ЕОЛ+ використовує зовнішні додатки Microsoft Windows (Winword, Paint, Excel) для перегляду, обробки і роздруковування текстових і графічних документів. Тому до початку роботи з документами додатки повинні бути призначені.



Закладка Карта дозволяє задавати формат висновку карти ізоліній і її вигляд – зображення нормативної санітарно-захисної зони і різні рівні концентрацій ізоліній.

Закладка Карта дозволяє задавати формат висновку карти ізоліній і її вигляд – зображення нормативної санітарно-захисної зони і різні рівні концентрацій ізоліній.

Закладка **Расчет** служить для установки опцій управління розрахунком, задання параметрів введення початкових даних, вибору мови введення і формування вихідних документів.

Опція *"Адаптивный поиск опасного направления"* прискорює процедуру розрахунку. При відключеній опції пошук небезпечного напрямку здійснюється простим перебором напрямів в інтервалі від 0

до 360 градусів із заданим кроком.

Опція *"Запрещает ввод до исправления"* при введенні початкових даних для розрахунку не дозволяє продовжити введення даних до усунення допущеної помилки.

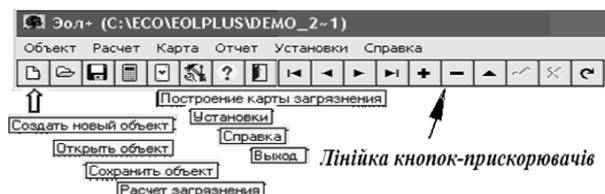
Для вибору мови формування документів (російська або українська) вибір мови необхідно виконати до формування

списку речовин щоб уникнути змішення різномовних назв у вихідних документах і картах.

Меню *"Справка"* призначене для роботи з довідковою інформацією.

Для зручності роботи з програмою ЕОЛ+ окремі, найбільш часто використовувані пункти меню, продубльовані кнопками-прискорювачами.

Лінійка кнопок-прискорювачів розташована безпосередньо під головним меню. Значки в кнопках відповідають їх функціям, крім того, при зупинці курсору над кнопкою висвічується підказка про функцію, що виконується при натисненні цієї кнопки.

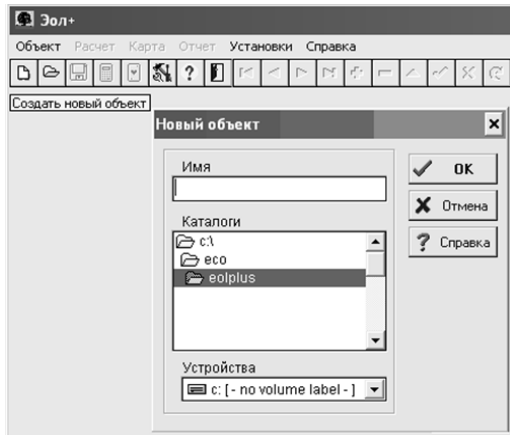


Для виходу з програми ЕОЛ+ необхідно вибрати пункт меню *"Объект | Выход"*.

2.2. Створення нового об'єкту

Для створення нового об'єкту слід вибрати пункт меню "Об'єкт/Создать".

У діалоговому вікні, що з'являється на екрані, "Новый объект" в списку доступних каталогів вибрати каталог, який буде кореневим для каталогу нового об'єкту. Потім ввести в рядок редагування латинськими літерами ім'я каталогу нового об'єкту (до 8 літер, якщо ім'я без крапки або до 11 літер, три останні з яких відокремлені від інших крапкою). Після цього слід натиснути мишею кнопку "ОК".



2.3. Введення і редагування початкових даних

Дані, необхідні для розрахунку забруднення повітря, зберігаються у файлах бази даних і відображаються органами управління базою даних – сітками. Для зручності користування є декілька сіток, дані в яких згруповані за певними ознаками. Кожен рядок в сітці відповідає запису в базі даних, а кожна колонка сітки відповідає полю запису. Заголовки колонок є фіксованими. Для докладнішого пояснення фізичної суті величини, що вноситься в комірку відповідної колонки, служать ярлики підказки, що висвічуються поряд з таблицею при натисканні лівою кнопкою миші по відповідній комірці. Фіксованими також є комірки першої колонки: вони служать для вказівки стану поточного рядка (запису). Якщо поля запису не коригувалися, навпроти відповідного рядка в першій колонці таблиці стоїть знак ">>". Якщо хоча б одне поле поточного рядка коригувалося, у першій колонці стоїть знак "("(").

Для управління редагуванням сітки служить навігатор. Навігатор – це сукупність кнопок, маркірованих значками, розташованих на одній лінійці з кнопками-прискорювачами.



Кожна кнопка виконує одну функцію над поточним записом бази даних. До цих функцій відносяться послідовне переміщення із запису на запис, переміщення на перший і останній запис, додавання і видалення запису, збереження і відміна змін, зроблених при редагуванні. Для зручності користування при установці курсору на відповідну кнопку навігатора поруч з нею висвічується ярличок з підказкою про функцію, що виконується цією кнопкою. Таким чином, процедура внесення даних до таблиці та їх редагування зводиться до створення необхідної кількості рядків за допомогою кнопок навігатора "Добавить запись" і "Удалить запись", внесення даних до комірок кожного рядка і збереження змін за допомогою кнопки навігатора "Сохранить изменения". Кнопка "Отменить изменения" потрібна при редагуванні наявних записів.

Для переходу від сітки до сітки служать ярлики-закладки з найменуваннями таблиць даних, розташовані в нижній частині головного вікна програми ЕОЛ+.

Якщо передбачено автоматичне редагування поля, то натиснувши двічі по відповідній комірці сітки можна викликати відповідне діалогове вікно.

Дані до комірок сітки вносяться у натуральній формі. Цілі та дробові частини десяткових чисел розділяються крапками.

Заповнювати таблиці необхідно послідовно, тобто спочатку таблицю географічної прив'язки, потім таблицю проммайданчиків, джерел і т.д. Послідовність заповнення сіток вказують ярлички в нижній частині екрану.

Виняток становлять таблиця характеристик забруднюючих речовин і таблиця груп речовин одно направленої дії (груп сумачії) – їх можна заповнювати в будь-якій послідовності, оскільки дані цих таблиць є нормативно-довідковими. Таблиця фонових концентрацій логічно підпорядкована тільки таблиці географічної прив'язки і метеоумов,

так що її можна заповнювати відразу ж після вказаної таблиці. Рекомендується заповнювати таблицю речовин до заповнення таблиці характеристик викиду джерел, оскільки при цьому деякі поля можна заповнити автоматично.

Таблиця груп сумації заповнюється автоматично при вході до неї, виходячи з переліку забруднюючих речовин, що міститься в таблиці речовин. Зміну ключових полів у заповнених сітках, навпаки, рекомендується проводити в зворотній послідовності.

Дані про ключові поля таблиць верхніх рівнів виводяться у заголовку поточної таблиці, тобто, наприклад, для таблиці характеристик джерел викиду заголовок матиме вигляд: "*Миколаїв, проммайданчик АБЗ, джерело 10*". Якщо назви населених пунктів і проммайданчиків не введені, то у заголовку таблиці виводяться їхні коди. Якщо вміст величини, що вводиться до комірки, залежить від вмісту іншої комірки, то назва комірки містить ризик, а ярличок підказки, який з'являється при входженні до комірки, і підказка, що виводиться у рядку стану, пояснюють, яку саме величину треба ввести.

Зроблені поправки у рядку слід зберегти натисканням кнопки навігатора "*Сохранить изменения*" або відмінити натисканням кнопки "*Отменить изменения*". Можливо також зберегти зміни у всій таблиці, вибравши пункт меню "*Объект | Сохранить*".

Географічна прив'язка і метеорологічні умови. Сітка таблиці географічної прив'язки і метеоумов стає видимою відразу після створення нового об'єкту або відкривання існуючого. При створенні нового об'єкту ця сітка містить один рядок. Перша комірка цієї сітки – код міста – є ключовим полем для таблиці проммайданчиків, таблиці джерел викиду, таблиці складу та характеристик викиду і таблиці фонових концентрацій, тому при її редагуванні необхідно стежити, щоб цей код був унікальним.

Обов'язковим є заповнення поля, що характеризує поворот міської системи координат відносно глобальної (якщо цей кут відрізняється від нуля), а також полів, що характеризують значення середньої температури найжаркішого і найхолоднішого місяців, граничної швидкості вітру і регіонального коефіцієнта стратифікації атмосфери. Поля, що характеризують процентний розподіл повторюваності напрямів вітру по румбах (розу вітрів) для даної місцевості треба заповнювати тільки тоді, коли необхідна побудова розрахункової санітарно-захисної зони.

Опис проммайданчика. Заповнення і редагування сітки проммайданчика відбувається таким чином.

Сітка проммайданчика для створеного об'єкту містить один рядок. Перша комірка цього рядка – код проммайданчика – є ключовим полем для таблиці джерел викиду і таблиці складу і характеристик викиду. Тому при редагуванні необхідно стежити за тим, щоб код проммайданчика був унікальним.

У деяких випадках використовується заводська система координат. При цьому необхідно заповнити поля, що характеризують початок координат проммайданчика і кут повороту заводської системи координат відносно міської. Якщо координати джерел задаються в міській системі координат, ці поля можуть бути порожніми або містити нульові значення.

Перелік забруднюючих речовин. Програма ЕОЛ+ містить базу нормативно-довідкової інформації по забруднюючих речовинах і групах сумарії. Проте при описі об'єкту доводиться використовувати лише невелику кількість речовин для пошуку яких служить сітка переліку забруднюючих речовин. Ключових полів ця сітка не має. Поля цієї сітки можуть заповнюватися автоматично.

Для автоматичного заповнення полів кожного рядка необхідно двічі натиснути лівою кнопкою миші по комірці у колонках "*Код вещества*", "*Вещество*" або "*ПДК*". З'явиться діалогове вікно "*Поиск вещества*", що містить список речовин, комбінований список з рядком редагування для пошуку необхідної речовини за її назвою або кодом і кнопку <*Поиск*>. Назву (повну чи неповну) або код речовини необхідно ввести до рядка редагування комбінованого списку і натиснути кнопку <*Поиск*>. Якщо у рядку редагування містяться лише цифри, відбувається пошук за кодом, інакше пошук виконується за назвою. У результаті пошуку покажчик списку буде встановлений на рядок з назвою, найближчою до введеної.

У разі потреби пошук можна повторити з будь-якого місця у списку. Після досягнення кінця списку з'являється повідомлення про це з пропозицією продовжити пошук з початку списку. Результат пошуку можна уточнити, переміщуючи покажчик списку. Для передачі даних до комірок сітки слід натиснути кнопку ОК. При цьому діалогове вікно зникає, а комірки "*Код вещества*", "*Вещество*" і "*ПДК*" заповнюються відповідними значеннями з бази даних.

Комірка "*Коэффициент упорядоченного оседания*" повинна коригуватися вручну. За умовчанням в ній проставляється значення коефіцієнта, що дорівнює одиниці.

Групи сумачії. Сітка груп сумачії заповнюється автоматично при входженні у неї. Ця сітка не має ключових полів. Програма ЕОЛ+ аналізує перелік забруднюючих речовин, що викидаються підприємством, порівнює його з переліком груп сумачії, що входить до бази нормативно-довідкової інформації і на підставі цього об'єднує речовини одно направленої дії у групи.

Необхідні відомості про групи можна одержати, двічі натиснувши лівою кнопкою миші по будь-якому з полів таблиці. При цьому з'являється діалогове вікно "*Группы суммации*", в якому відображаються код групи, її склад і коефіцієнт потенціювання. Користуючись цим діалоговим вікном сітку груп сумачії можна заповнювати і вручну. Для цього необхідно створити в сітці порожній рядок за допомогою кнопки навігатора "*Добавить запись*", потім двічі натиснути лівою кнопкою миші по будь-якому осередку цього рядка. При появі діалогового вікна "*Группы суммации*" слід вибрати необхідний код групи, орієнтуючись на статичний список складу і натиснути на кнопку ОК – рядок сітки буде заповнений автоматично. Після цього зберегти зміни, натиснувши на кнопку навігатора "*Сохранить изменения*".

Фонові концентрації. Сітка фонових концентрацій містить дані про концентрації забруднюючих речовин, які не утворюються досліджуванним підприємством. Перша комірка цієї сітки "*Код города*" є ключовим полем. Якщо при розрахунку забруднення повітря повинні враховуватися фонові концентрації, то обов'язковому заповненню підлягають три комірки сітки: код шкідливої речовини, варіант завдання фону і значення фонові концентрації. Перші дві комірки можуть заповнюватися або редагуватися автоматично.

Для автоматичного заповнення комірки "*Код вещества*" необхідно двічі натиснути на неї лівою кнопкою миші. З'явиться діалогове вікно "*Вещества*", що містить список речовин і рядок редагування для організації пошуку. Список містить тільки найменування речовин, що увійшли до таблиці "*Перечень веществ*". Якщо цей список невеликий, то можна просто відзначити в ньому необхідну речовину і натиснути на кнопку ОК. Якщо список, навпаки, великий, то для швидкого пошуку слід ввести у рядок редагування назву необхідної речовини і на-

тиснути на клавішу ENTER. Після натискання на кнопку ОК код речовини буде переданий до комірки сітки. Такі ж дії слід зробити для автоматичного редагування комірки.

Для автоматичного заповнення або редагування комірки *"Варіант задання фону"* необхідно двічі натиснути на неї лівою кнопкою миші. При цьому з'являється діалогове вікно *"Варіант задання фону"*, у якому слід вибрати варіант завдання фону і клацнути кнопкою ОК. Код варіанту завдання фону буде занесений у відповідну комірку. Після заповнення комірок рядка слід натиснути на кнопку навігатора *"Сохранить изменения"*.

Джерела викиду. Сітка характеристик джерел викиду для нового об'єкту містить один рядок. Кількість рядків сітки дорівнює кількості джерел викиду, що знаходяться на відповідному проммайданчику. Необхідна кількість рядків створюється за допомогою кнопок навігатора *"Добавить запись"* і *"Удалить запись"*.

Кожен рядок заповнюється таким чином. До комірки *"Код источника"* вноситься код джерела, що є ключовим для таблиці характеристик викиду і має бути унікальним. Комірка *"Код модели"* повинна містити число 444 для точкового джерела з круглим отвором, 666 для точкового джерела з прямокутним отвором або 555 для лінійного джерела. Для майданчикowego джерела у цій комірці проставляється значення гострого кута, джерела, що складається довгою стороною, з віссю ОХ заводської, міської або глобальної системи, в якій задані координати джерела. Для автоматичного заповнення або редагування цієї комірки необхідно двічі натиснути на неї лівою кнопкою миші, після чого з'явиться діалогове вікно *"Модель источника"*. У ньому необхідно вибрати потрібну модель, натиснувши на відповідну кнопку, а також ввести значення кута повороту джерела. За умовчанням це значення дорівнює 0. Після вибору моделі слід натиснути на кнопку ОК – код моделі буде переданий у комірку.

В залежності від моделі джерела решта комірок заповнюється по-різному. Дані в одній і тій самій комірці можуть бути різними за змістом. Порядок заповнення комірок у цій таблиці наступний:

Комірка *"Коэффициент рельефа"* для всіх типів джерел повинна містити значення коефіцієнта рельєфу. Заповнення цієї комірки обов'язкове, нульове значення неприпустиме.

Комірки *"X начала"* і *"Y начала"* для точкових і майданчикових

джерел повинні містити координати центру симетрії. Для лінійних джерел ці комірки повинні містити координати початку лінійного джерела.

Комірки "*Х кінця*" і "*У кінця*" для точкового джерела з круглим отвором ігноруються і можуть набувати будь-якого значення або бути порожніми. Для точкового джерела з прямокутним отвором ці комірки повинні містити довжину і ширину отвору. Для майданчикowego джерела у цих комітках проставляється довжина і ширина джерела.

Комірка "*Висота источника*" для всіх типів джерел містить значення висоти джерела.

Комірка "*Диаметр/Скорость*" для точкових джерел з круглим отвором і майданчикових джерел, що містять сукупність точкових, містить значення діаметру отвору. Для точкових джерел з прямокутним отвором ця комірка ігнорується. Для лінійних джерел у цій комірці повинно бути значення швидкості виходу пилогазоповітряної суміші. Для майданчикових джерел типу ставка-відстійника за будь-якої залежності потужності викиду від швидкості вітру ця комірка повинна містити нульове значення або бути порожньою.

Комірка "*Расход ПГВС*" для точкових джерел, лінійних джерел і майданчикових джерел, що містять сукупність точкових, містить значення витрати пилогазоповітряної суміші. Для майданчикових джерел типу ставка-відстійника за будь-якої залежності потужності викиду від швидкості вітру ця комірка повинна містити нульове значення або бути порожньою.

Комірка "*Температура ПГВС*" для всіх типів джерел містить значення температури пилогазоповітряної суміші, що викидається.

Комірка "*Класс опасности*" містить код класу небезпеки за СН-245-71. Ця комірка може заповнюватися або редагуватися автоматично. Для цього необхідно двічі натиснути на неї лівою кнопкою миші. З'явиться діалогове вікно "*Класс опасности*", де натискуванням по відповідній кнопці слід вибрати потрібний клас небезпеки і натиснути на кнопку ОК – вибраний код буде переданий до комірки.

Після заповнення або редагування рядка слід зберегти зміни натиснувши на кнопку навігатора "*Сохранить изменения*".

Склад і характеристики викиду. Сітка таблиці складу і характеристик викиду для створеного об'єкту містить один рядок. Кількість рядків в сітці дорівнює кількості речовин, що викидаються джерелом.

Потрібна кількість рядків створюється за допомогою кнопок навігатора "Добавить запись" і "Удалить запись". Кожен рядок заповнюється таким чином.

До комірки "Код вещества" вводиться код речовини, що викидається джерелом. Ця комірка може заповнюватися і редагуватися автоматично шляхом подвійного натискування лівою кнопкою миші (так само, як заповнюється аналогічна комірка у таблиці фонових концентрацій). При автоматичному заповненні цієї комірки одночасно заповнюється комірка "Коэффициент упорядоченного оседания".

2.4. Введення завдання для розрахунку

Загальні умови розрахунку задаються при виборі ярлика "Задание на расчет". При цьому з'являється сітка таблиці "Задание на расчет". Перше поле таблиці "Код города" заповнюється програмою ЕОЛ+. Решта елементів таблиці заповнюється по мірі необхідності.

Для обліку фонових концентрацій при розрахунку комірка "Фон" повинна містити одиницю. При нульовому значенні або порожній комірці розрахунок виконується без урахування фону.

Комірка "Количество вкладов" містить кількість джерел (до 5), що вносять найбільший внесок у забруднення розрахункової точки. За умовчанням ця кількість дорівнює 5. Якщо джерел менше за 5, кількість внесків приймається за фактичною кількістю джерел.

Комірка "Максимальные концентрации" визначає кількість точок найбільших концентрацій, що наводяться у вихідних документах. За умовчанням це значення дорівнює 10.

Комірки "Скорость ветра 1" ... "Скорость ветра 5" і "Скорость в долях 1" – "Скорость в долях 5" містять значення швидкості вітру, для яких виконується розрахунок, відповідно, у метрах на секунду і частках середньозваженої небезпечної швидкості. Якщо ці комірки не заповнюються, програма ЕОЛ+ за умовчанням використовує значення, що відповідають штилю (0,5 м/с), 0,5, 1 та 1,5 середньозваженої небезпечної швидкості.

Комірка "Шаг" містить величину кроку пошуку небезпечного напрямку вітру. Якщо ця комірка не заповнюється, то за умовчанням крок пошуку приймається рівним 10 градусів. Якщо необхідно виконати розрахунок при фіксованому напрямі вітру, цю комірку можна не заповнювати, оскільки значення унігнорується.

Комірка "Расчет при направлении" служить для завдання одного

фіксованого напрямку вітру, при якому проводиться розрахунок. Напрямок задається в градусах щодо осі ОХ. Якщо цю комірку залишити порожньою, то програма ЕОЛ+ сама проводить пошук небезпечного напрямку вітру.

При натисканні по ярлику "*Промплощадки для расчета*" з'являються два списки проммайданчиків і дві кнопки для додавання і видалення елементів списку. Лівий список містить повний перелік проммайданчиків даного об'єкту, а правий список містить список проммайданчиків, що враховуються при розрахунку.

Для вибору проммайданчиків, що враховуються при розрахунку, необхідно відзначити їх в лівому списку і натиснути на кнопку " → " (стрілка вправо). Позначені проммайданчики з'являються у правому списку. Для видалення проммайданчиків з правого списку необхідно позначити їх і натиснути на кнопку " → " (стрілка вліво). Обидва списки підтримують множинний вибір.

При натисканні по ярлику "*Вещества для расчета*" з'являються два списки речовин і дві кнопки для додавання і видалення елементів списку. Лівий список містить повний перелік речовин, що викидаються підприємством, а правий список містить список речовин, що враховуються при розрахунку.

Для вибору речовин, що враховуються при розрахунку, необхідно відзначити їх в лівому списку і натиснути на кнопку " → " (стрілка вправо). Позначені речовини з'являються у правому списку. Для видалення речовин з правого списку необхідно позначити їх і натиснути на кнопку " → " (стрілка вліво). Обидва списки підтримують множинний вибір.

При натисканні по ярлику "*Группы суммации для расчета*" з'являються два списки кодів груп суммації і дві кнопки для додавання і видалення елементів списку. Лівий список містить повний перелік кодів груп речовин, що викидаються підприємством, а правий список містить список кодів груп, що враховуються при розрахунку.

Для вибору груп, що враховуються при розрахунку, необхідно відзначити їх в лівому списку і натиснути на кнопку " → " (стрілка вправо). Позначені групи з'являються у правому списку. Для видалення груп з правого списку необхідно позначити їх і натиснути на кнопку " → " (стрілка вліво). Обидва списки підтримують множинний вибір.

Для розрахунку концентрацій забруднюючих речовин вибирається

ся прямокутна територія, розміри якої визначаються, виходячи з максимальної висоти джерела викиду – розрахунковий майданчик.

Розмір розрахункового прямокутника повинен бути в радіусі до 50 висот найвищого джерела викиду, але не менше ніж 2 км. Крок сітки для підприємств 1 та 2 класу небезпеки складає 250 м, 3 класу – 100 м, 4 класу – 50 м, 5 класу – 25 м.

Задання розмірів розрахункового майданчика і розрахункової сітки зводиться до задання координат центру симетрії розрахункового майданчика, його довжини і ширини, кроку розрахункової сітки по обох координатах і кута повороту розрахункового майданчика, якщо його сторони не паралельні осям основної системи координат. Для цього необхідно натиснути по ярлику "*Расчетные площадки*" і висвітиться сітка з одного рядку. Потім за допомогою кнопок навігатора "*Добавить запись*" і "*Удалить запись*" необхідно створити рядки за числом розрахункових майданчиків і обов'язково заповнити усі комірки сітки.

До комірки "*Код площадки*" заноситься унікальний ненульовий код розрахункового майданчика.

Довжина і ширина розрахункового майданчика можуть дорівнювати нулю, при цьому розраховується концентрація в одній точці, що співпадає з центром розрахункового майданчика. Крок розрахункової сітки по осях X і Y повинен бути ненульовим, однаковим по обох осях і визначається в залежності від класу небезпеки джерел. Для достатньої точності розрахунку сторона розрахункового майданчика повинна розбиватися не менш, ніж на 10 частин.

У комірці "*Признак зоны*" слід обрати характеристику розрахункового майданчика як робочої, селітебної або курортної зони.

Після заповнення рядка таблиці слід натиснути на кнопку навігатора "*Сохранить изменения*".

Програма ЕОЛ+ дозволяє розраховувати концентрації забруднюючих речовин в окремих точках, що задаються користувачем. Окремі розрахункові точки умовно об'єднуються в розрахунковий майданчик із зарезервованим кодом 0. Для задання координат розрахункових точок і ознаки території, на якій вони знаходяться, необхідно натиснути по ярлику "*Расчетные точки*" і внести відповідні дані до комірок сітки.

Координати точки вносяться до комірок "*X точки*" і "*Y точки*". Розрахункові точки можуть знаходитися на селітебній або курортній території, що необхідно вказати в комірці "*Признак зоны*".

Після заповнення рядка таблиці слід натиснути на кнопку навігатора "*Сохранить изменения*".

2.5. Контроль даних

Контроль даних, внесених до бази, виконується як безпосередньо при внесенні, так і перед розрахунком. Якщо при запуску розрахунку одержано повідомлення про неприпустиме значення деякої величини, то необхідно натисканням по відповідному ярлику візуалізувати відповідну сітку і відкоригувати дані.

2.6. Розрахунок

Після того, як початкові дані занесені до таблиці, виконується розрахунок, якщо контроль даних та таблиць завдання на розрахунок не виявив помилок.

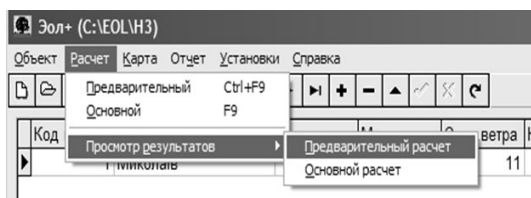
На попередньому етапі розрахунку визначаються максимальна концентрація забруднюючої речовини, відстань, на якій приземна концентрація забруднюючої речовини досягає максимального значення за несприятливих метеоумовах, і небезпечна швидкість вітру.

На етапі основного розрахунку за цими величинами визначаються концентрації забруднюючих речовин в заданих точках і внески джерел. У програмі ЕОЛ+, є можливість автономного виконання попереднього розрахунку. При запуску основного розрахунку попередній розрахунок виконується автоматично.

Для запуску попереднього розрахунку необхідно вибрати пункт меню "*Расчет | Предварительный*". При цьому після контролю даних на екрані з'являється діалогове вікно модуля попереднього розрахунку з індикатором, що відображає динаміку розрахунку. Після закінчення розрахунку кнопка ОК цього діалогового вікна стає доступною. Натиснувши на неї, можна перейти до діалогового вікна перегляду результатів попереднього розрахунку. Якщо в процесі попереднього розрахунку виникли помилки, доступною стає тільки кнопка "*Отмена*". При натисканні на цю кнопку відбувається вихід у редактор таблиць програми ЕОЛ+. В цьому випадку необхідно з'ясувати причину помилки і повторити розрахунок.

Для запуску основного розрахунку необхідно вибрати пункт меню "*Расчет | Основной*". При цьому після контролю даних з'являється діалогове вікно модуля основного розрахунку з індикатором, що відображає динаміку розрахунку. За відсутності помилок після закінчення розрахунку кнопка ОК діалогового вікна стає доступною. На-

натиснувши на неї, можна перейти до діалогового вікна перегляду результатів основного розрахунку. Після виходу з цього вікна, можна



приступити до формування графічного представлення результатів розрахунку (карт забруднення розрахункових майданчиків тими або іншими забруднюючими речовинами і групами сумачії) і загального звіту (вихідних документів).

Перегляд результатів попереднього розрахунку

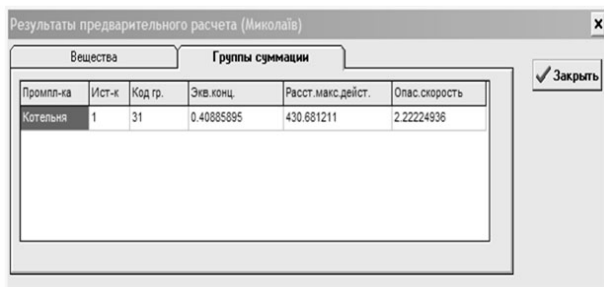
Діалогове вікно для перегляду результатів попереднього розрахунку викликається при виборі пункту меню "Расчет | Просмотр результатов | Предварительный расчет".

Це діалогове вікно містить блокнот з двома сторінками, кожна з яких, у свою чергу, містить не редаговану сітку для відображення даних.

На першій сторінці відображуються значення максимальної концентрації, відстані, на якій вона досягається і небезпечна швидкість вітру для усіх джерел і усіх речовин розрахункового майданчика.



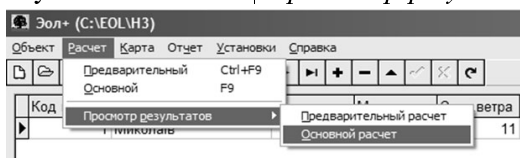
На другій сторінці відображуються еквівалентна концентрація, відстань, на якій вона досягається і небезпечна швидкість вітру для всіх груп сумачії розрахункового майданчика. Для перегортання сторінок необхідно натиснути лівою кнопкою миші по закладці потрібної сторінки. Для виходу з діалогового вікна необхідно натиснути на кнопку ОК.



Перегляд результатів основного розрахунку

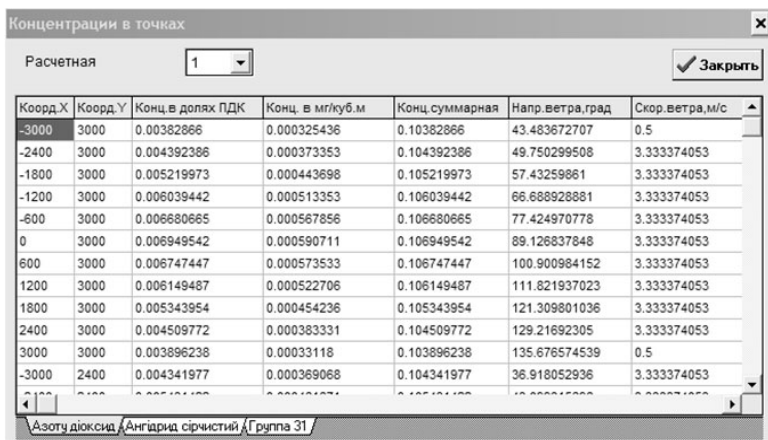
Діалогове вікно для перегляду результатів основного розрахунку викликається при виборі пункту меню "Расчет | Просмотр результатов | Основной расчет".

Це діалогове вікно містить комбінований список і не редаговану сітку.



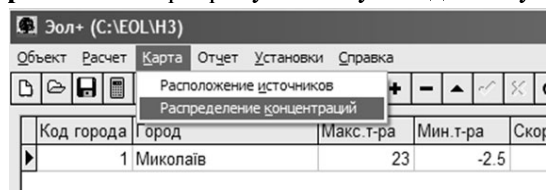
Комбінований список

призначений для вибору розрахункового майданчика. Сітка призначена для перегляду значень концентрацій у заданих точках і внесків джерел у концентрації забруднюючих речовин у заданих точках. Вибір речовини або групи сумачії виконується натискуванням лівої кнопки миші по ярлику з назвою розрахункової речовини або групи сумачії в нижній частині діалогового вікна.



Для виходу з діалогового вікна слід натиснути на кнопку "Закрити".

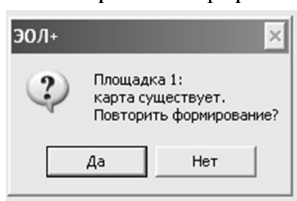
Побудова карти-схеми розподілу концентрацій забруднюючих речовин на розрахунковому майданчику (карти забруднення) є мож-



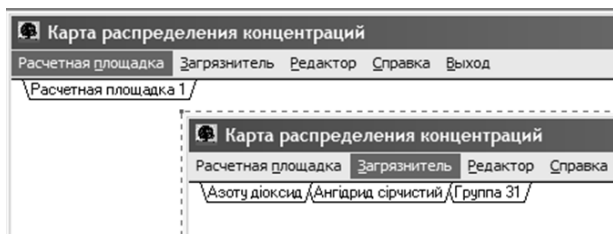
ливою тільки по закінченні основного розрахунку. При цьому пункти меню, що керують побудовою карти, стають доступними.

Для побудови карти забруднення необхідно вибрати пункт меню "Карта | Распределение концентраций".

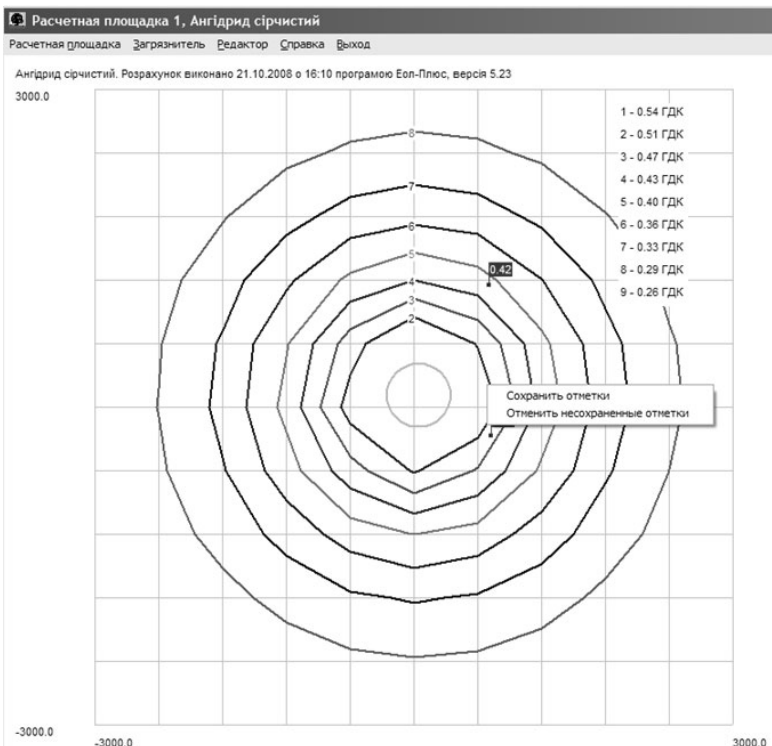
Якщо файл, в якому зберігається карта, вже існує, видається запит на повторне формування карти. В залежності від відповіді карта або буде сформована знову, або буде збережений існуючий файл. Далі буде активізована вбудована графічна підсистема для перегляду карти яка збирає всі сформовані карти в єдиний атлас.



Для вибору, перегляду і обробки карт вікно графічної підсистеми має меню для вибору розрахункового майданчика і забруднювача, для яких побудована карта і повернення до програми ЕОЛ+. При виборі пунктів меню "Расчетная площадка" і "Загрязнитель" з'являються ярлики з переліком розрахункових майданчиків і забруднювачів.



Розрахункові майданчики і забруднювачі вибираються натисканням по цих ярликах. Коли вибрані і розрахунковий майданчик, і забруднювач, карта стає видимою і доступною для обробки.



Для визначення концентрації забруднюючої речовини в точці на карті необхідно двічі натиснути лівою кнопкою миші по цій точці. Програма ЕОЛ+ інтерполює значення концентрації в цій точці на підставі відомих концентрацій в найближчих вузлах розрахункової сітки і відобразить на карті всередині прямокутника червоного кольору.

Для масштабування і друку карти в растровому форматі використовується зовнішній процесор растрової графіки – стандартний редактор Paintbrush. Для переходу в редактор потрібно вибрати пункт меню "Редактор".

Якщо карта виходить нелегкою для читання, необхідно зменшити крок розрахункової сітки, повторити розрахунок, а потім повторити побудову карти.

2.7. Звіт

Звіт – це сукупність вихідних документів, які відображають почат-

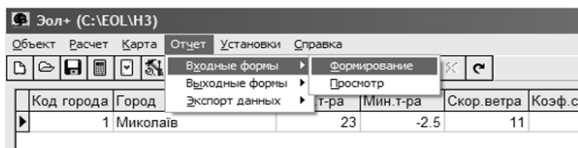
кові дані, умови і результати розрахунку забруднення повітря забруднюючими речовинами. Ці документи в програмі ЕОЛ+ умовно поділяються на вхідні і вихідні форми.

До вхідних форм відносяться документи, що містять таблиці початкових даних і завдання на розрахунок.

До вихідних форм відносяться документи, що містять таблиці концентрацій забруднюючих речовин у точках розрахункової сітки і окремих розрахункових точках, а також таблиці точок найбільших концентрацій.

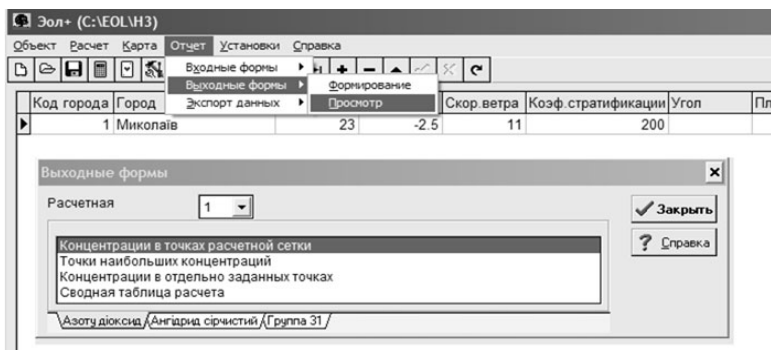
Вказані документи і карти формуються генератором звітів програми ЕОЛ+.

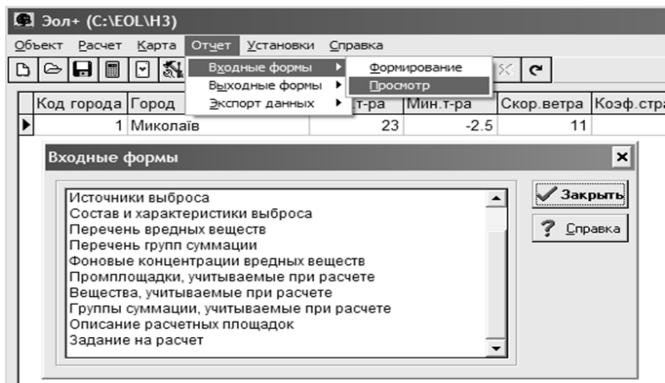
Для формування вхідних форм слід вибрати пункт меню "*Отчет | Входные формы | Формирование*". Аналогічно, для формування вихідних форм слід вибрати пункт меню "*Отчет | Выходные формы | Формирование*".



Для перегляду і друку вхідних форм слід вибрати пункт меню – "*Отчет | Входные формы | Просмотр*", аналогічно для перегляду і друку вихідних форм слід вибрати пункт меню – "*Отчет | Выходные формы | Просмотр*".

У першому випадку на екрані з'являється діалогове вікно генератора звітів "*Входные формы*", а в другому – діалогове вікно "*Выходные формы*". Обидва діалогові вікна містять списки форм, що формуються.





Діалогове вікно вихідних форм відрізняється від діалогового вікна вхідних форм наявністю комбінованого списку і ярликів для вибору розрахункового майданчика, речовини і групи сумації, для яких формуються вихідні документи.

Для перегляду і друку сформованих вихідних документів необхідно за допомогою комбінованого списку "*Расчетная площадка*" і ярликів, відповідних забруднюючим речовинам і групам сумації вибрати розрахунковий майданчик і забруднювач, для яких формуються вихідні документи. Поточні коди розрахункового майданчика і забруднювача відображаються в заголовку списку вихідних форм.

Для перегляду і друку вхідних і вихідних форм необхідно двічі натиснути лівою кнопкою миші по назві форми у списку. При цьому програма ЕОЛ+ викликає відповідний зовнішній додаток – процесор текстів або графічний редактор. Перегляд і роздруковування документа або карти-схеми виконується за допомогою меню відповідного зовнішнього додатку.

Кожен вхідний або вихідний документ містить заголовок, в якому наведені дата і час розрахунку, а також версія програми ЕОЛ+.

Приклад виконання варіанту завдання і оформлення результатів розрахунку розсіювання забруднюючих речовин з використанням програми ЕОЛ+ наведений у Додатку 2.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Методика расчета концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий, ОНД-86. Госкомгидромет, 1987. – Л.: Гидрометеиздат. – 94 с.
2. Державні санітарні правила планування та забудови населених пунктів / Затверджено наказом Міністерства охорони здоров'я України №173 від 19.07.1996 г.
3. СНиП 2.01.01-82. Строительная климатология и геофизика.
4. Экология города: Учебник. – К.:Лібра, 2000. – 464 с.
5. Разработка нормативов ПДВ для защиты атмосферы: Справ. Изд. Шаприцкий Н.М.:Металлургия, 1990. – 416 с.

Додаток 1

Приклад розрахунку концентрації шкідливої речовини в приземному шарі атмосфери за Методикою розрахунку концентрацій в атмосферному повітрі шкідливих речовин, що містяться у викидах підприємств – ОНД-86

Визначити концентрацію шкідливих речовин в атмосферному повітрі в районі джерела їх викиду при несприятливих метеорологічних умовах. Речовини викидаються з димової труби котельної, розміщеної на відкритій рівній місцевості в м. Миколаїв.

Вихідні дані:

1. Характеристика джерела викидів забруднюючих речовин у атмосферне повітря:

№ з/п	H, м	D, м	Координати джерела, м		ω_0 , м/с	V_1 , м ³ /с	T_r , °C	Назва речовини	M, г/с
			X	Y					
1	35	1,4	44	113	7	10,8	127	Ангідрид сірчистий	12

Клас підприємства у відповідності з санітарною класифікацією – "третій".

Для комп'ютерних розрахунків приймаємо розмір розрахункового прямокутника – 2000×2000м. Координати центра: X = 0; Y = 0. Крок розрахункової сітки по осям X і Y – 100м.

2. Метеорологічні характеристики і коефіцієнти, які визначають умови розсіювання забруднюючих речовин в атмосферному повітрі:

Коефіцієнт температурної стратифікації атмосфери A = 200.

Коефіцієнт рельєфу місцевості $\eta = 1$.

Середня максимальна температура зовнішнього повітря найжаркішого місяця року – 27 °C, а найхолоднішого місяця – -7 °C.

Середньорічна роза вітрів, %

ПН	ПН-С	С	ПД-С	ПД	ПД-З	З	ПН-З
22	14	12	7	13	8	10	14

Швидкість вітру (N) (за середніми багаторічними даними), повторення перевищення якої складає 5 % – 11 м/с.

Фонова концентрація азоту діоксиду – 0,1мг/м³; ангідриду сірчистого – 0,2мг/м³.

Розв'язання.

1. Об'ємна витрата газоповітряної суміші V_1

$$V_1 = \frac{\pi D^2}{4} \cdot \omega_0 = \frac{3,14 \cdot 1,4^2}{4} \cdot 7 = 10,8 \text{ м/с.}$$

2. Приймаємо температуру навколишнього середовища рівною температурі найжаркішого місяця. Тоді перегрів газоповітряної суміші ΔT

$$\Delta T = T_r - T_a = 127 - 27 = 100 \text{ }^\circ\text{C.}$$

3. Параметр f

$$f = 1000 \cdot \frac{\omega_0^2 \cdot D}{H^2 \cdot \Delta T} = 1000 \cdot \frac{7^2 \cdot 1,4}{35^2 \cdot 100} = 0,56.$$

4. Параметр V_m

$$V_m = 0,65 \cdot \sqrt[3]{\frac{V_1 \cdot \Delta T}{H}} = 0,65 \cdot \sqrt[3]{\frac{10,8 \cdot 100}{35}} = 2,04.$$

5. Параметр V'_m

$$V'_m = 1,3 \cdot \frac{\omega_0 \cdot D}{H} = 1,3 \cdot \frac{7 \cdot 1,4}{35} = 0,36.$$

6. Параметр f_e

$$f_e = 800 \cdot (V'_m)^3 = 800 \cdot (0,36)^3 = 37,32.$$

7. Параметр m

$$m = \frac{1}{0,67 + 0,1 \cdot \sqrt{f} + 0,34 \cdot \sqrt[3]{f}} = \frac{1}{0,67 + 0,1 \cdot \sqrt{0,56} + 0,34 \cdot \sqrt[3]{0,56}} = 0,98.$$

8. Параметр n

$$n = 1 \text{ при } V_m > 2$$

9. небезпечна швидкість вітру u_m

$$u_m = V_m \cdot (1 + 0,12\sqrt{f}) = 2,04 \cdot (1 + 0,12\sqrt{0,56}) = 2,2 \text{ м/с.}$$

10. Параметр d

$$d = 7 \cdot \sqrt{V_M} \cdot (1 + 0,28 \cdot \sqrt[3]{f}) = 7 \cdot \sqrt{2,04} \cdot (1 + 0,28 \cdot \sqrt[3]{0,56}) = 12,3.$$

11. Максимальна концентрація сірчистого ангідриду C_M

$$C_{M(SO_2)} = \frac{A \cdot M \cdot F \cdot m \cdot n \cdot \eta}{H^2 \cdot \sqrt[3]{V_1 \cdot \Delta T}} = \frac{200 \cdot 12 \cdot 1 \cdot 0,98 \cdot 1 \cdot 1}{35^2 \cdot \sqrt[3]{10,8 \cdot 100}} = 0,19 \text{ мг/м}^3.$$

12. Відстань x_M від джерела викиду, на якій приземна концентрація C_M за НМУ має найбільше значення

$$x_M = \frac{5-F}{4} d \cdot H = \frac{5-1}{4} \cdot 12,3 \cdot 35 = 430 \text{ м.}$$

13. Коефіцієнт S_1 для відстані x

$$x = 50 \text{ м, } x/x_M = 0,116$$

$$x = 100 \text{ м, } x/x_M = 0,256$$

$$x = 200 \text{ м, } x/x_M = 0,465$$

$$x = 400 \text{ м, } x/x_M = 0,93$$

$$x = 1000 \text{ м, } x/x_M = 2,32$$

$$x = 3000 \text{ м, } x/x_M = 6,97$$

$$\text{при } x/x_M \leq 1 \quad S_1 = 3 \cdot \left(\frac{x}{x_M} \right)^4 - 8 \cdot \left(\frac{x}{x_M} \right)^3 + 6 \cdot \left(\frac{x}{x_M} \right)^2$$

$$\begin{aligned} S_1 &= 3 \cdot \left(\frac{x}{x_M} \right)^4 - 8 \cdot \left(\frac{x}{x_M} \right)^3 + 6 \cdot \left(\frac{x}{x_M} \right)^2 = \\ &= 3 \cdot (0,116)^4 - 8 \cdot (0,116)^3 + 6(0,116)^2 = 0,069 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} S_1 &= 3 \cdot \left(\frac{x}{x_M} \right)^4 - 8 \cdot \left(\frac{x}{x_M} \right)^3 + 6 \cdot \left(\frac{x}{x_M} \right)^2 = \\ &= 3 \cdot (0,256)^4 - 8 \cdot (0,256)^3 + 6(0,256)^2 = 0,232 \end{aligned}$$

$$S_1 = 3 \cdot \left(\frac{x}{x_M} \right)^4 - 8 \cdot \left(\frac{x}{x_M} \right)^3 + 6 \cdot \left(\frac{x}{x_M} \right)^2 =$$

$$= 3 \cdot (0,465)^4 - 8 \cdot (0,465)^3 + 6(0,465)^2 = 0,633$$

$$S_1 = 3 \cdot \left(\frac{x}{x_M} \right)^4 - 8 \cdot \left(\frac{x}{x_M} \right)^3 + 6 \cdot \left(\frac{x}{x_M} \right)^2 =$$

$$= 3 \cdot (0,93)^4 - 8 \cdot (0,93)^3 + 6 \cdot (0,93)^2 = 1$$

при $1 < x/x_M \leq 8$ $S_1 = \frac{1,13}{0,13 \left(\frac{x}{x_M} \right)^2 + 1} = \frac{1,13}{0,13 \cdot (2,32)^2 + 1} = 0,664$

$$S_1 = \frac{1,13}{0,13 \left(\frac{x}{x_M} \right)^2 + 1} = \frac{1,13}{0,13 \cdot (6,97)^2 + 1} = 0,154.$$

14. Концентрація сірчастого ангідриду в атмосферному повітрі C_x уздовж осі факела викиду на різних відстанях x від джерела викиду

$$C = S_1 \cdot C_M$$

$$x = 50 \text{ м, } C = 0,069 \cdot 0,19 = 0,01 \text{ мг/м}^3$$

$$x = 100 \text{ м, } C = 0,232 \cdot 0,19 = 0,04 \text{ мг/м}^3$$

$$x = 200 \text{ м, } C = 0,633 \cdot 0,19 = 0,12 \text{ мг/м}^3$$

$$x = 400 \text{ м, } C = 1 \cdot 0,19 = 0,19 \text{ мг/м}^3$$

$$x = 1000 \text{ м, } C = 0,664 \cdot 0,19 = 0,13 \text{ мг/м}^3$$

$$x = 3000 \text{ м, } C = 0,154 \cdot 0,19 = 0,03 \text{ мг/м}^3$$

Додаток 2

Приклад виконання варіанту завдання і оформлення результатів розрахунку розсіювання забруднюючих речовин з використанням програми ЕОЛ-ПЛЮС

ВХІДНІ ФОРМИ.

Розрахунок виконано 18.11.2008 о 18:39 програмою Еол-Плюс, версія 5.23.

Таблиця 1. Опис метеорологічних умов та географічна прив'язка

Код міста	Найменування міста	Середня температура повітря, °С		Гранична швидкість вітру, м/с	Регіональний коефіцієнт стратифікації атмосфери	Кут між північним напрямком і віссю ОХ	Площа міста, км ²	Рівень концентрації у точках (частки ГДК)
		жаркого місяця	холодного місяця					
1	Миколаїв	27	-7	11	200			1

Таблиця 2. Опис промайданчиків (географічна прив'язка)

Код міста	Код промайданчика	Найменування промайданчика	Прив'язка до основної системи координат		
			Х, м	У, м	Кут повороту, °
1	1	Котельня	44	113	

Таблиця 3. Опис шкідливих речовин

Код речовини	Найменування речовини	ГДК	Коефіцієнт упорядкованого осідання
330	Ангідрид сірчистий	0.5	1

Таблиця 4. Опис груп сумачії шкідливих речовин

Код групи	Речовини що складають групи сумачій (коди)										Коефіцієнт потенціювання
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	

Таблиця 5. Опис джерел викиду шкідливих речовин

Код міста	Код промайданчика	Код джерела	Найменування джерела	Код моделі або кут між віссю ОХ і довжиною площадного джерела	Коефіцієнт рельєфу	Координати точкового або початку лінійного джерела або центру симетрії площадного		Координати кінця лінійного або довжина та ширина площадного чи точкового з прямом. гирлом		Висота джерела, м	Діаметр точкового або площадного 2-го типу чи швидкість виходу ГПС(W ₀) для лінійного-го, (для площ. 1-го типу – 0)	Витрата ГПС, (для площадного 1-го типу – 0)	Температура ГПС, °С	Клас небезпеки
						X ₁ , м	Y ₁ , м	X ₂ , м	Y ₂ , м					
1	1	1	Труба	444	1	44	113			35	1.4	10.8	127	3

Таблиця 6. Характеристика складу викиду джерела

Код міста	Код пром майданчика	Код джерела	Код речовини	Сумарний викид, т/рік	Коефіцієнт упорядкованого осідання речовини	Максимальний викид (г/с) при швидкостях вітру (м/с)										
						0.5	1	2	4	6	8	10	12	14	16	
1	1	1	330		1	12										

Таблиця 7. Опис розподілу фонових концентрацій (U – швидкість вітру м/с)

Код міста	Код речовини	Завдання фону	Координати посту спостереження		Концентрація (частки ГДК)	Концентрація (частки ГДК) при $2 < U < U^*$ по напрямкам							
			X, м	Y, м		Пн	ПнС	С	ПдС	Пд	ПдЗ	З	ПнЗ
1	330	а	0	0	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2

Таблиця 8. Перелік проммайданчиків

Код проммайданчика	Найменування проммайданчика
1	Котельня

Таблиця 9. Перелік речовин

Код речовини	Найменування речовини
330	Ангідрид сірчистий

Таблиця 10. Перелік груп сумаций

Код групи	Речовини що складають групи сумаций (коди)										Коефіцієнт потенціювання
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	

Таблиця 11. Параметри розрахункових майданчиків

№ з/п	Координати центра симетрії		Довжина, м	Ширина, м	Крок сітки		Кут повороту розрахункового майданчика відносно осі ОХ загальної системи координат, °	Ознака зони
	X, м	Y, м			ОХ, м	ОУ, м		
1	0	0	2000	2000	100	100	0	0

Таблиця 12. Завдання на розрахунок

Найменування міста	Швидкість вітру, м/с					Швидкість вітру в частках (u_n)					Крок перебору незалежних напрямків вітру	Фіксований напрям вітру	Кількість найбільш вкладів	Число максимальних концентрацій	Ознака обчислення фону
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5					
Миколаїв	0.5	1				0.5	1	1.5					1	10	1

ВИХІДНІ ФОРМИ. РЕЗУЛЬТАТИ РОЗРАХУНКІВ.

Розрахунок виконано 18.11.2008 о 18:39 програмою Еол-Плюс, версія 5.23.

Речовина 330 (Ангідрид сірчистий)

Розрахунковий майданчик 1

Концентрації у точках розрахункової сітки (приклад оформлення результатів розрахунку)

Коорд.Х, м	Коорд.У, м	Концентрація в точці, мг/м ³	Концентрація в точці, частка ГДК	Напрям вітру, °	Швидкість вітру, м/с	Код джерела	Внесок, %
-1000	1000	0.096	0.39	40.35	3.33	1	100
-900	1000	0.10	0.40	43.22	3.33	1	100
-800	1000	0.11	0.41	46.42	3.33	1	100
-700	1000	0.11	0.42	50.01	3.33	1	100
-600	1000	0.12	0.43	54.02	3.33	1	100
-500	1000	0.12	0.44	58.48	3.33	1	100
-400	1000	0.13	0.45	63.41	3.33	1	100
-300	1000	0.13	0.46	68.80	2.22	1	100
-200	1000	0.13	0.46	74.62	2.22	1	100
-100	1000	0.13	0.47	80.78	2.22	1	100
0	1000	0.14	0.47	87.16	2.22	1	100
100	1000	0.14	0.47	93.61	2.22	1	100
200	1000	0.13	0.47	99.97	2.22	1	100
300	1000	0.13	0.46	106.10	2.22	1	100
400	1000	0.13	0.46	111.87	3.33	1	100
500	1000	0.12	0.45	117.21	3.33	1	100
600	1000	0.12	0.44	122.08	3.33	1	100

Речовина 330 (Ангідрид сірчистий)

Розрахунковий майданчик 1

Точки найбільших концентрацій та перелік джерел, що дають найбільший внесок

Концентрація в точці, частка ГДК	Коорд.Х, м	Коорд.У, м	Напрям вітру, °	Швидкість вітру, м/с	Код джерела	Внесок, %
0.57	200	500	111.95	2.22	1	100
0.57	100	-300	262.28	2.22	1	100
0.57	0	-300	276.08	2.22	1	100
0.57	400	-100	210.89	2.22	1	100
0.57	-100	500	69.59	2.22	1	100
0.57	-300	-100	328.23	2.22	1	100
0.57	300	-200	230.72	2.22	1	100
0.57	400	300	152.29	2.22	1	100
0.57	-200	-200	307.94	2.22	1	100
0.57	-300	300	28.53	2.22	1	100

Речовина 330 (Ангідрид сірчистий)

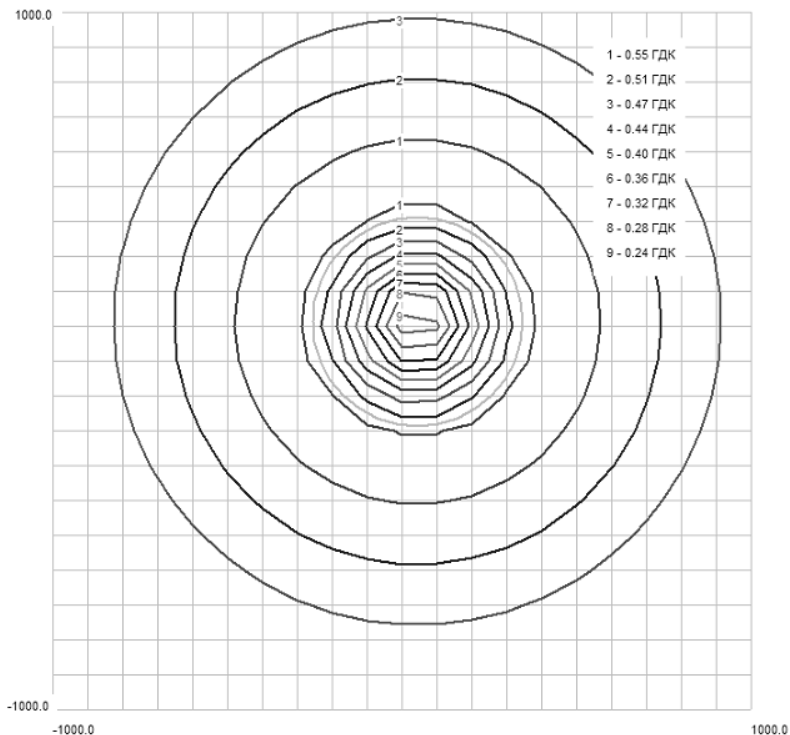
Розрахунковий майданчик 1

Розрахункові концентрації у заданих точках

Коорд. X, м	Коорд. Y, м	Концентрація в точці, мг/м ³	Концентрація в точці, частка ГДК	Напрямок вітру, °	Швидкість вітру, м/с	Код джерела	Внесок, %
50	0	0.053	0.31	266.96	2.22	1	100
100	0	0.062	0.32	243.64	2.22	1	100
200	0	0.11	0.43	215.92	2.22	1	100
400	0	0.18	0.57	197.61	2.22	1	100
1000	0	0.13	0.46	186.74	3.33	1	100
0	400	0.17	0.53	81.28	2.22	1	100
0	1000	0.14	0.47	87.16	2.22	1	100

КАРТА ІЗОЛІНІЙ КОНЦЕНТРАЦІЙ

Ангідрид сірчистий. Розрахунок виконано 18.11.2008 о 18:39 програмою Бол-Плюс, версія 5.23



ЗМІСТ

Вступ.....	3
1. Розрахунок розсіювання у приземному шарі атмосфери забруднюючих речовин, що містяться у викидах промислового підприємства за ОНД – 86.....	4
1.1. Структура ОНД – 86.....	4
1.2. Розрахунок забруднення атмосфери викидами одиночного джерела.....	4
1.3. Визначення приземної концентрації шкідливої речовини за несприятливих метеорологічних умов.....	9
1.4. Розрахунок гранично-допустимих викидів для одиночного джерела або близько розташованих одиночних джерел.....	10
2. Розрахунок розсіювання у приземному шарі атмосфери забруднюючих речовин, що містяться у викидах промислового підприємства за програмою ЕОЛ – ПЛЮС.....	11
2.1. Запуск програми та вихід з неї.....	12
2.2. Створення нового об'єкту.....	15
2.3. Введення і редагування початкових даних.....	15
2.4. Введення завдання для розрахунку.....	22
2.5. Контроль даних.....	25
2.6. Розрахунок.....	25
2.7. Звіт.....	29
Список літератури.....	32
<i>Додаток 1. Приклад розрахунку концентрації шкідливої речовини в приземному шарі атмосфери за Методикою розрахунку концентрацій в атмосферному повітрі шкідливих речовин, що містяться у викидах підприємств – ОНД-86.....</i>	<i>33</i>
<i>Додаток 2. Приклад виконання варіанту завдання і оформлення результатів розрахунку розсіювання забруднюючих речовин з використанням програми ЕОЛ-ПЛЮС.....</i>	<i>37</i>

Навчальне видання

БЛАГОДАТНИЙ Володимир Валентинович
МАГАСЬ Наталія Іванівна

**РОЗРАХУНОК РОЗСПОВАННЯ ЗАБРУДНЮЮЧИХ
РЕЧОВИН В АТМОСФЕРНОМУ ПОВІТРІ**

Методичні вказівки
(*українською мовою*)

Комп'ютерна верстка *В.Г. Мазанко*
Коректор *М.О. Паненко*

Свідectво про внесення суб'єкта видавничої справи до Державного реєстру видавців,
вигоtівників і розповсюджувачів видавничої продукції
ДК № 2506 від 25.05.2006 р.

Підписано до друку 09.04.09. Папір офсетний. Формат 60×84/16.
Друк офсетний. Гарнітура "Таймс". Ум. друк. арк. 2,6. Обл.-вид. арк. 2,8.
Тираж 100 прим. Вид. 7. Зам. № 34. Ціна договірна

Видавець і вигоtівник Національний університет кораблебудування,
54002, м. Миколаїв, вул. Скороходова, 5

This image shows a single sheet of white paper with horizontal ruling lines. The lines are evenly spaced and run across the width of the page. There are no margins, text, or other markings on the paper.

This image shows a single sheet of white paper with horizontal ruling lines. The lines are evenly spaced and run across the width of the page. There are no margins, text, or other markings on the paper.