

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет природоохоронний  
Кафедра екології та  
охорони довкілля

**Бакалаврська кваліфікаційна робота**

на тему: Формування максимальних приземних концентрацій забруднюючих речовин під впливом викидів промислового підприємства «Елакс» (м.Одеса)

Виконав студент 4 року навчання гр. Е-41  
Напряму підготовки - 6.040106 «Екологія,  
охорона навколишнього середовища та  
збалансоване природокористування»  
Пісоцький Євген Сергійович

Керівник ст. викладач  
Чернякова Оксана Іванівна

Консультант к.геогр.н., доцент  
Ільїна Валентина Григоріївна

Рецензент к.геогр.н., доцент  
Вольвач Оксана Василівна

Одеса 2019

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет природоохоронний

Кафедра екології та охорони довкілля

Рівень вищої освіти бакалавр

Напрямок підготовки 6.040106 «Екологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування»

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Завідувач кафедри екології та охорони довкілля

Сафранов Т.А.

« 18 » квітня 2019 року

**З А В Д А Н Н Я**  
**НА БАКАЛАВРСЬКУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ**

Пісоцькому Євгену Сергійовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: Формування максимальних приземних концентрацій забруднюючих речовин під впливом викидів промислового підприємства «Елакс»(м.Одеса)

Керівник роботи Чернякова Оксана Іванівна

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом закладу вищої освіти № 343-С від 7 грудня 2018 року

2. Строк подання студентом роботи «08» червня 2019 року

3. Вихідні дані до роботи: Основні кліматичні характеристики міста Одеса. Характеристики стаціонарних джерел щодо викидів забруднюючих речовин, які отримані в результаті проведеної на підприємстві у 2014 році інвентаризації

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити): фізико-географічні та кліматичні особливості міста Одеса, методика розрахунку концентрацій в атмосферному повітрі шкідливих речовин, що містяться у викидах підприємств, загальні принципи роботи автоматизованої системи розрахунку забруднення атмосфери «ЕОЛ 2000», характеристика підприємства «Елакс» як джерела забруднення атмосфери, розрахунок і аналіз максимальних приземних концентрацій підприємства «Елакс»

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень): ситуаційна карта-схема розташування підприємства «Елакс» у місті Одеса

## 6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Розділ 1	Ільїна В.Г., доц..		
		18.04.2019	18.04.2019
Розділ 2	Ільїна В.Г., доц..		
		22.04.2019	22.04.2019
Розділ 3	Ільїна В.Г., доц..		
		25.04.2019	25.04.2019
Розділ 4	Ільїна В.Г., доц..		
		1.05.2019	1.05.2019

Дата видачі завдання «18» квітня 2019 року \_\_\_\_\_

### КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів бакалаврської кваліфікаційної роботи	Термін виконання етапів роботи	Оцінка виконання етапу	
			у %	за 4-х бальною шкалою
1	Фізико-географічні та кліматичні особливості міста Одеса	18.04.2019-	90,0	5 (відмінно)
		21.04.2019		
2	Методика розрахунку концентрацій в атмосферному повітрі шкідливих речовин, що містяться у викидах підприємств	22.04.2019	90,0	5 (відмінно)
		24.04.2019		
3	Загальні принципи роботи автоматизованої системи розрахунку забруднення атмосфери «ЕОЛ 2000»	25.04.2019	90,0	5 (відмінно)
		30.04.2019		
4	Розрахунок і аналіз максимальних приземних концентрацій підприємства «Елак»	1.05.2019	90,0	5 (відмінно)
		13.05.2019		
	<b>Рубіжна атестація</b>	13.05.2019	90,0	5 (відмінно)
		19.05.2019		
5	Узагальнення отриманих результатів. Оформлення електронної версії роботи. Перевірка на наявність плагіату. Складання протоколу та авторського договору.	20.05.2019	90,0	5 (відмінно)
		03.06.2019		
6	Підготовка паперової версії роботи і презентаційного матеріалу до процедури перед захисту. Внесення коректив. Рецензування роботи. Підготовка до публічного захисту.	04.06.2019	90,0	5 (відмінно)
		08.06.2019		
	<b>Інтегральна оцінка виконання етапів календарного плану (як середня по етапам)</b>		90,0	

(до десятих)

Студент

Керівник роботи

\_\_\_\_\_ Пісоцький Є.С.  
(підпис) (прізвище та ініціали)

\_\_\_\_\_ Чернякова О.І.  
(підпис) (прізвище та ініціали)

## АНОТАЦІЯ

### **Формування максимальних приземних концентрацій забруднюючих речовин під впливом викидів промислового підприємства «Елак» (м.Одеса) Є.С. Пісоцький**

*Актуальність теми дослідження.* Атмосферне повітря – найважливіший для усього живого природний ресурс, від якісного стану якого в значній мірі залежить здоров'я людини. Саме тому дослідження відносно оцінки антропогенного навантаження на повітряний басейн великих промислових міст та розробка природоохоронних заходів з урахуванням як причин формування високих рівнів забруднення, так і правових та нормативних аспектів відносяться до актуальних проблем.

*Мета і задачі дослідження.* Метою роботи є оцінка впливу викидів промислового підприємства «Елак» на якість атмосферного повітря у тій частині міста Одеса, де воно розташоване. Для досягнення цієї мети необхідно вирішити наступні задачі: дати загальну характеристику кліматичним особливостям Одеси, провести аналіз параметрів джерел викидів підприємства, розрахувати та проаналізувати поля максимальних приземних концентрацій забруднюючих речовин, що надходять у повітря в результаті виробничої діяльності підприємства «Елак».

*Об'єктом дослідження* є якість атмосферного повітря Одеси, а *предметом дослідження* – вивчення рівнів забруднення атмосфери, що створюють джерела викидів підприємства «Елак».

*Методи дослідження.* При виконанні роботи проводилися розрахунки полів забруднення з використанням автоматизованої системи розрахунку «ЕОЛ 2000», модулі якої реалізують «Методику розрахунку концентрацій в атмосферному повітрі шкідливих речовин, що містяться у викидах підприємств. ОНД - 86».

*Результати дослідження.* Аналіз несприятливих метеорологічних умов, дозволив встановити, що в цілому для підприємства небезпечним є вітер північного напрямку, а небезпечна швидкість вітру - 2 м/с та штильові умови. Виробнича діяльність «Елак» впливає негативно на атмосферне повітря міста Одеса в районі його розташування. Джерела викидів 7 забруднюючих речовин формують локальні зони забруднення з різними ступенями перевищеннями ГДК<sub>мр</sub> (від 1.002 до 9.448). І хоча їх шкідливий вплив не виходить за межі нормативної СЗЗ, підприємству необхідно негайно розробити і провести природоохоронні заходи, які дозволять здійснювати виробничу діяльність у рамках законодавства України.

*Структура і обсяг роботи.* Робота складається із вступу, чотирьох розділів, висновків, переліку посилань (12 найменувань) Робота містить 10 таблиць, 1 рисунок. Загальний обсяг роботи – 57 сторінок.

*Ключові слова:* атмосферне повітря, забруднення атмосфери, промислове підприємство, джерела викиду, санітарно-захисна зона.

## ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ.....	6
ВСТУП.....	7
1 ФІЗИКО-ГЕОГРАФІЧНІ ТА КЛІМАТИЧНІ ОСОБЛИВОСТІ МІСТА ОДЕСА.....	9
2 МЕТОДИКА РОЗРАХУНКУ КОНЦЕНТРАЦІЙ В АТМОСФЕРНОМУ ПОВІТРІ ШКІДЛИВИХ РЕЧОВИН, ЩО МІСТЯТЬСЯ У ВИКИДАХ ПІДПРИЄМСТВ.....	19
3 ЗАГАЛЬНІ ПРИНЦИПИ РОБОТИ АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ РОЗРАХУНКУ ЗАБРУДНЕННЯ АТМОСФЕРИ «ЕОЛ 2000».....	28
4 РОЗРАХУНОК І АНАЛІЗ ПОЛІВ МАКСИМАЛЬНИХ ПРИЗЕМНИХ КОНЦЕНТРАЦІЙ ПІДПРИЄМСТВА «ЕЛАКС».....	35
4.1 Характеристика підприємства, як джерела забруднення атмосфери.....	35
4.2 Аналіз полів максимальних приземних концентрацій.....	42
ВИСНОВКИ.....	52
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ.....	56
ДОДАТКИ.....	58

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ,  
СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ

ВАТ	– Відкрите акціонерне товариство
ВДАФ	– водно-дисперсійні акрилові фарби
ГДК	– гранично допустима концентрація
ГДК <sub>мр</sub>	– гранично допустима концентрація максимально-разова
ГОУ	– газоочисна установка
ЄТС	– Європейська територія Союзу
ЗР	– забруднююча речовина
НМУ	– несприятливі метеорологічні умови
НСІ	– носій системної інформації;
ОБРВ	– орієнтовний безпечний рівень впливу
СЗЗ	– санітарно-захисна зона
УкрНДІМФ	– Український Науково-дослідний інститут Морського флоту

## ВСТУП

*Обґрунтування вибору теми дослідження.* Наявність промислових та автотранспортних джерел обумовлює значне навантаження на повітряний басейн великого міста, одним з яких і є Одеса. Також з одного боку, Одеса є великим портовим та промисловим містом України, а з іншого - одним із туристичних центрів України. Перше формує високе техногенне навантаження на повітряний басейн, а друге - високі вимоги до якості стану довкілля. Саме тому оцінка антропогенного навантаження на повітряний басейн Одеси відносяться до актуальних проблем.

*Зв'язок з науковою тематикою кафедри.* Бакалаврська кваліфікаційна робота тісно пов'язано з науковою тематикою кафедри екології та охорони довкілля, оскільки проведення дослідження забруднення повітряного басейну населених пунктів України, що створюють джерела викидів різних підприємств, є предметом багаторічних досліджень у рамках наукової роботи кафедри.

*Мета і задачі дослідження.* Метою роботи є оцінка впливу викидів промислового підприємства «Елакс» на якість атмосферного повітря у тій частині міста Одеса, де воно розташоване. Для досягнення цієї мети необхідно вирішити наступні задачі: дати загальну характеристику кліматичним особливостям Одеси, ознайомитись з особливостями роботи автоматизованої системи розрахунку забруднення атмосфери «ЕОЛ 2000», провести аналіз параметрів джерел викидів підприємства для визначення його потенційного ступеню шкідливого впливу на атмосферне повітря, розрахувати та проаналізувати поля максимальних приземних концентрацій забруднюючих речовин, що надходять у повітря в результаті виробничої діяльності підприємства «Елакс».

*Об'єктом дослідження* є якість атмосферного повітря Одеси, а *предметом дослідження* – вивчення рівнів забруднення атмосфери, що створюють джерела викидів підприємства «Елакс».

*Методи дослідження.* При виконанні бакалаврської кваліфікаційної роботи проводилися розрахунки полів забруднення з використанням автоматизованої системи розрахунку «ЕОЛ 2000». Розрахункові модулі цієї програми реалізують «Методику розрахунку концентрацій в атмосферному повітрі шкідливих речовин, що містяться у викидах підприємств. ОНД - 86».

*Особистий внесок здобувача.* Всі етапи виконання бакалаврської кваліфікаційної роботи від збору інформації, обробки та інтерпретації інформації студентом виконано самостійно.

*Структура і обсяг роботи.* Робота складається із вступу, чотирьох розділів, висновків, переліку посилань (12 найменувань) Робота містить 10 таблиць, 1 рисунок. Загальний обсяг роботи – 57 сторінок.



## 1 ФІЗИКО-ГЕОГРАФІЧНІ ТА КЛІМАТИЧНІ ОСОБЛИВОСТІ МІСТА ОДЕСА

Одеса розташована на південно-західній околиці Причорноморської низовини, що обривається крутим уступом до берегів Чорного моря. Середня висота степового плато складає близько 45-50 метрів [1].

За схемою фізико-географічного районування Одеса і прилеглі до неї території розташовані в Приморській рівнинній області Причорноморсько-Приазовській сухостепної провінції південностепової підзони степової зони. Західна і північна частини приміської зони Одеси розташовані вже в середньостеповій ландшафтній підзоні у Причорноморській середньостеповій провінції в межах Дністровсько-Бугської ландшафтної області. Долини річок і балок розчленовують низинну рівнину на великі платообразні межиріччя і міжбалочні водо розділи [2].

Місто широкою смугою простягнулося уздовж узбережжя Одеської затоки на площі приблизно 150 км<sup>2</sup>. В межах прибережної зони спостерігається невелике зменшення висот плато по напрямку на південь, південний захід. У північно-західному напрямі висота плато підвищується в середньому на 2 метри на кожен кілометр.

Прибережні ділянки плато за характером рельєфу мають полого хвилясту, майже рівну поверхню, з невеликим ухилом до моря і до балок, що прорізають його. На ділянках плато між мисом Ланжерон, морським портом і Чорноморкою найбільша висота складає 53,0 метри на території Лермонтовського курорту.

У північно-західному напрямі висота місцевості значно вища. Так у Застави відмічена висота близько 62,0 метри, в районі Дальника до 76,0 метрів, на північний захід від Холодної балки близько 81,0 метра. Найнижчі відмітки в Одесі мають місця в районі Пересипу. Рівнинний характер Одеського степового плато порушується ярами і балками,

спрямованими, в основному, своїми гирлами до моря або до долини Хаджибейського лиману. Найбільшою балкою на території міста є Водяна балка [1].

До основних чинників рельєфу, які формують і утворюють вид узбережжя Одеси, відносяться зсуви і абразія.

Клімат Одеської області помірно континентальний, відноситься до клімату степової зони. Зима в Одесі м'яка і нетривала, з нестійким сніговим покривом, сильними вітрами, щорічною відлигою. Літо спекотне і досить тривале, часто спостерігаються зливові опади.

Температура, вологість, вітер, хмарність і інші метеорологічні елементи знаходяться залежно від властивостей повітряних мас і від вертикальних рухів в атмосферних циркуляційних системах.

При вивченні ролі атмосферної циркуляції у формуванні клімату необхідно враховувати як великомасштабну циркуляцію, так і регіональні процеси, які безпосередньо впливають на клімат відносно невеликої території. Південь України, де розташована Одеса, виділяється за кліматичними характеристиками в окрему під область [3]. Це обумовлено не лише впливом Чорного моря, але і специфічними особливостями циркуляції - циклони помірних широт, що зміщуються із заходу і північного заходу, не мають істотного впливу безпосередньо на південь України.

Через південь України центральною частиною переміщуються тільки циклони, що виникли у басейні Середземного і Чорного морів, а так само невеликі циклони, що виникають на холодних фронтах, що рухаються із заходу і північного заходу [1].

Характер циркуляційних процесів над південним заходом України обумовлюється діяльністю Азорського і Азіатського максимумів, Ісландського мінімуму і циклонною діяльністю на середземноморській гілці помірного фронту. Взимку на Україну поширюється гребінь високого тиску від антициклонів, які стаціонують над південним сходом Європейської території Союзу (ЄТС) або Північним Казахстаном. Значно

рідше приходять арктичні антициклони з Карського моря і Гренландії. Впродовж п'яти місяців теплого періоду переважає вплив відрогу Азорського максимуму. Найбільша повторюваність зон високого тиску спостерігається в другій половині літа і початку осені, при виході антициклонів на Україну швидкість їх руху сповільнюється, обумовлюючи близько 63 відсотків днів в році з підвищеним тиском.

Активна циклонічна діяльність спостерігається при виході південних циклонів, що формуються над Середземним морем з жовтня по березень. Навесні і осінню з північного заходу Європи приходять атлантичні циклони. Влітку значною повторюваністю відрізняються баричні улоговини і пов'язані з ними фронтальні розділи. В середньому за рік над територією області проходять 139 атмосферних фронтів: 47 теплих, 64 холодних, 16 вторинних холодних і 12 оклюзій.

Великий вплив має радіаційний режим, який визначається географічною широтою, характером атмосферної циркуляції і хмарністю. Переважно антициклона циркуляція в теплу пору року обумовлює ясну сонячну погоду.

Сонячна радіація є одним з основних чинників, які формують клімат. Кількість радіації, що надходить до землі, визначається тривалістю дня, хмарністю і прозорістю атмосфери.

Тривалість дня в Одесі змінюється від зими до літа від 8 годин 34 хвилин (22 грудня) до 15 годин 57 хвилин (22 червня).

Річна тривалість сонячного саява в Одесі складає 2308 години, що лише небагатьом менше, ніж в Криму [1].

Значні відмінності величин радіаційного балансу моря і суші обумовлюють особливості клімату приморських районів. Море акумулює велику кількість тепла, що витрачається в основному на випарування і турбулентний теплообмін.

Середньомісячна температура 0 °C і нижче в Одесі може спостерігатися з листопада по березень. Найбільш холодними місяцями є січень і лютий.

Середньомісячна температура 20°C і вище можлива з червня по вересень (її забезпеченість у червні складає 45 відсотків, а у вересні – 6 відсотків). Температура 25°C і вище може спостерігатися протягом всіх літніх місяців, але найбільш часто вона буває у червні.

Велику роль у формуванні рівня забруднення атмосфери протягом року грають приземні та піднесені інверсії температури. Повторюваність приземних інверсій максимальна влітку у нічні часи (87%). Взимку підвищена повторюваність піднесених інверсій (до 68%). Під ними накопичується забруднене повітря, і місто опиняється як під “шапкою” зачинене для надходження чистого повітря [4].

Розглянемо характеристику вітрового режиму території розташування Одеси. Для району Одеси переважаючим впродовж року являється вітер північної частини горизонту (таблиця 1.1) [1].

Таблиця 1.1- Повторюваність (%) напрямків вітру і штилів

Сезон	Напрямок вітру								Штиль
	С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ	
Одеса, обсерваторія									
Зима	18	15	12	6	9	11	13	16	1
Весна	17	12	9	9	19	12	9	13	1
Літо	20	9	5	7	15	12	12	20	2
Осінь	16	13	13	9	12	11	11	15	1
Рік	18	12	10	8	14	11	11	16	1
Одеса, порт									
Зима	15	15	11	11	10	8	11	19	4
Весна	11	12	8	21	16	6	8	18	6
Літо	13	6	4	16	14	8	11	28	6
Осінь	13	14	10	14	13	8	9	19	4
Рік	13	12	10	15	13	8	10	21	5
Одеса, агрометеостанція									
Зима	20	18	11	8	11	10	8	14	5
Весна	17	17	9	15	17	8	5	12	6
Літо	24	12	6	10	15	8	9	18	8
Осінь	20	18	11	10	13	8	6	14	9
Рік	20	16	9	11	14	9	7	14	7

Взимку район Одеси знаходиться в слабко вираженої сідловині баричного поля. У цей період тут переважає вітер північного напрямку. Навесні зростає повторюваність південного вітру, який в цьому сезоні є пануючим. У літній період відзначається збільшення південного вітру і різке зменшення східного, на який доводиться тільки 4-6 відсотків випадків (табл. 1.1). напрямку. Восени немає чітко вираженого переважання вітру одного напрямку [1].

Розглянемо такі характеристики вітрового режиму , як середня місячна і річна швидкість вітру (м/с) в різних частинах Одеси, які наведені в таблиці 1.2 [1]. Впродовж року в Одесі найчастіше відзначається вітер із швидкістю 4 - 5 м/с.

Таблиця 1.2 - Середньомісячна і річна швидкість вітру (м/с)  
на станціях Одеси

Місяць	Пункт		
	Обсерваторія	Порт	Агрометстанція
I	6,2	6,4	5,0
II	6,1	6,2	5,3
III	6,2	6,4	5,4
IV	5,2	5,4	4,9
V	4,7	5,2	4,6
VI	4,4	4,9	4,3
VII	4,2	4,7	4,3
VIII	4,2	4,7	3,9
IX	4,6	5,1	3,9
X	5,6	6,0	4,3
XI	6,3	6,7	4,7
XII	6,5	6,7	6,7
Рік	5,4	5,6	4,6

У річному ході найбільша середня швидкість вітру майже всюди доводиться на грудень - січень (5,0- 6,7м/с), а мінімальна - на літні місяці (табл.1.2).

Розглянемо детальніше характеристики вітрового режиму в Одесі виходячи зі значень напрямку і швидкості вітру. У таблиці 1.3 приведені середні значення швидкості вітру при різних його напрямках [1].

Таблиця 1.3 - Середня швидкість вітру (м/с) при різних його напрямках (Одеса,обсерваторія)

Місяць	Напрямок вітру							
	С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ
I	6,3	8,1	8,3	6,5	5,3	4,9	4,6	5,4
II	6,7	7,7	8,1	5,8	5,0	4,8	4,9	5,9
III	6,7	8,1	7,8	4,7	5,4	5,2	4,7	5,8
IV	5,7	6,6	5,8	4,5	4,7	4,8	4,3	5,3
V	5,3	5,7	5,5	3,8	4,6	4,3	3,9	4,8
VI	5,0	4,9	4,2	3,7	4,3	3,8	3,7	4,7
VII	4,9	4,8	3,9	3,4	3,9	3,8	3,7	4,5
VIII	4,4	5,3	4,8	4,2	4,2	4,5	3,8	4,4
IX	5,1	6,3	5,4	5,4	4,7	4,1	3,9	4,5
X	5,8	7,0	7,4	6,4	4,7	4,7	4,4	4,7
XI	6,8	7,5	7,0	5,7	4,7	4,3	5,3	4,3
XII	6,8	8,6	9,1	7,0	5,2	4,8	4,1	4,8
Рік	5,8	6,8	6,7	4,9	4,8	4,5	4,1	5,0

З таблиці 1.3 видно, що найбільша швидкість вітру (8 - 9 м/с) спостерігалася в холодну пору року (жовтень-березень) при східних і північно-східних його напрямках. У літні місяці середні швидкості вітру, при усіх напрямках в основному не перевищує 5 м/с.

В середньому в Одесі за рік спостерігається 34 - 38 днів із швидкістю вітру від 20 до 24 м/с. Один раз в 20 років вона може перевищувати 26-30 м/с. Це треба враховувати при проектуванні і будівництві різних споруд.

Штилі в Одесі в усі сезони року відзначаються рідко, що пояснюється впливом моря, яке підтримує постійний контраст температури і градієнт тиску. Середня сумарна тривалість штилів за рік коливається від 121 годин до 621 годин.

Бризи в Одесі, як і в інших районах північно-західного узбережжя Чорного моря, широко розвинені. Бриз - це місцеві періодичні вітри, що спостерігаються на берегах великих водойм. Вдень біля землі ці вітри дмуть з моря на сушу. Вище спостерігається перенесення повітря у зворотному напрямі (антибриз). Вночі нижня течія спрямована з моря на сушу. Денні бризи називають морськими, а нічні - береговими.

В середньому за рік в Одесі 58 днів з бризами, які спостерігаються з квітня по жовтень. Денні бризи проникають на 30 - 40 кілометрів, а в окремих випадках на 60 кілометрів в глиб суші.

Під впливом бризової циркуляції зменшуються добові коливання температури, хмарність і кількість опадів, збільшуються радіаційний баланс, сумарна радіація, вологість і швидкість вітру[1].

Характерною рисою термічного режиму для Одеси є тимчасова нестійкість, яка визначається одночасним впливом моря і суші.

Атмосферна циркуляція відіграє основну роль у формуванні режиму зволоження. Вплив адвекції тепла на режим зволоження в місті за рахунок винесення морського повітря, виразно простежується в усі сезони року. Вже на відстані семи кілометрів від берега виявляється зменшення вологості. Особливо чітко ці зміни простежуються в теплий період року.

Режим зволоження території міста характеризується кількістю опадів, деякі характеристики яких представлені в таблиці 1.4 [1].

Таблиця 1.4. - Середні характеристики опадів. Одеса, обсерваторія

Характеристики	Місяці												Рік
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Сума опадів	28	25	21	26	34	47	35	31	28	26	33	31	374
Число днів з опадами	12	10	10	9	9	9	9	7	6	6	8	10	107

Як видно з таблиці 1.4, найбільші суми опадів спостерігаються в літні місяці. Максимум спостерігається вночі, коли інтенсивне перегрівання підстилаючої поверхні призводить до утворення дощів. У кінці теплового періоду спостерігається деякий ріст кількості опадів, який пояснюється посиленням циклонічної діяльності.

Атмосферні опади в Одесі помітно змінюються по площі залежно від сезону року. Найбільша річна сума опадів 435 мм, а найменша 349 мм.

Додатковою характеристикою опадів є співвідношення їх різних видів (тверді, змішані, рідкі) [1].

На території Одеси рідкі опади випадають круглий рік, складаючи 84 відсотків від загальної кількості. Їх доля переважає в усіх зимових місяцях за винятком лютого. З листопада по квітень можливе випадання змішаних і твердих опадів. Їх річна кількість складає 8 відсотків. Максимальна частина твердих опадів приходить на січень (38%) [4].

Одеса належить міст, де сніговий покрив утворюється рідко і спостерігати його можливо лише в середині грудня. Середнє число днів з сніговим покривом складає 34, а середня декадна висота не перевищує 2 сантиметрів. Незважаючи на такі малосніжні зими в Одесі відзначаються заметілі.

Хмарність є важливим чинником клімату. Наявність або відсутність її позначається на інтенсивності і тривалості опадів, термічному режимі, розподілі сонячної радіації. Хмарність істотно зменшує пряму і збільшує розсіяну радіацію.

Кількість і характер хмарності впродовж року змінюється відповідно до сезонного ходу циркуляційних процесів. Зимовий період характеризується переважанням циклонної циркуляції і є найбільш похмурою порою року для Одеси. Навесні спостерігається збільшення антициклонних умов погоди і поступове зменшення похмурих днів. Влітку повторюваність похмурого стану неба зменшується до 28 відсотків. Найбільш похмурим часом доби є денний години. Така тенденція характерна як для окремих сезонів року, так і



в середньому за рік. У холодне півріччя переважає низька хмарність шаруватих форм [1].

Низька хмарність протягом року спостерігається переважно при вітрах південного і східного напрямів і в 90 відсотків випадків пов'язана з таким атмосферним явищем як туман.

Найчастіше тумани спостерігаються холодну пору року (листопад - березень). Максимальна кількість туманів має адвективний характер. Радіаційні тумани відзначаються значно рідше. Їх виникненню перешкоджає характерна для берегової зони бризова циркуляція. Дані про середнє число днів з туманом приведені в таблиці 1.5 [1].

Таблиця 1.5 - Середнє число днів з туманом в Одесі

Місяць	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Рік
Дні	8	6	6	4	2	1	0,6	0,4	1	3	6	9	38

У районі Одеси щорічно в середньому відзначається 50-60 днів з туманом, максимум їх не перевищує 90 днів. Найчастіше тумани утворюються в холодну пору року (листопад - березень). Тоді їх щомісячно відзначається від 5 до 9 випадків. У окремі роки спостерігається до 20 днів з туманом.

Сумарна річна тривалість туманів в Одеській області коливається від 200 до 600 годин, а в середньому близько 350 годин. У грудні сумарна тривалість туманів в середньому складає 80 годин, а максимальна - 250 годин. У літні місяці сумарна тривалість туманів не перевищує 40 годин, причому в 50 відсотків випадків за місяць спостерігається не більше 5 годин з туманом. Утворенню туману в холодну пору року часто передують потепління, пов'язане з винесенням теплих повітряних мас з боку моря [1].

Тумани в добовому ході виникають переважно в нічні і вранішні години. Проте з другої половини жовтня і на початку квітня поява туману

можлива у будь-який час доби.

Сприятливі умови для утворення туману найчастіше (50-60%) створюються при вітрі східного і південного напрямів, тобто при вітрі з моря, і невеликій його швидкості 2-5 м/с.

Випадання граду для Одеси є рідкісним явищем. Воно найчастіше спостерігається при проходженні холодних фронтальних розділів. Грози спостерігаються з березня по грудень і спостерігаються частіше пополудні.

Крім того, в районі Одеси часто спостерігаються посухи в теплий період року. У цей же період спостерігаються і пилові бурі при стаціонаванні антициклонів.

Так само потрібно відмітити, що на підставі відмічених особливостей режиму температури і опадів, в Одесі за останні 40 років простежується тенденція до підвищення рівня середніх річних температур повітря і річних сум опадів. З'являється тенденція потепління зим, на тлі збільшення кількості опадів, і, навпаки деякого пониження температури влітку на тлі відносної стабільності кількості опадів [1].

В цілому помірно-посушливий клімат Одеси має ряд достоїнств та недоліків. Виходячи з аналізу розглянутих вище характеристик - в Одесі кліматичні умови сприяють накопиченню забруднюючих речовин в приземному шарі атмосфери протягом року.

## 2 МЕТОДИКА РОЗРАХУНКУ КОНЦЕНТРАЦІЙ В АТМОСФЕРНОМУ ПОВІТРІ ШКІДЛИВИХ РЕЧОВИН, ЩО МІСТЯТЬСЯ У ВИКИДАХ ПІДПРИЄМСТВ

Згідно з [5] оцінка впливу викидів підприємства на стан забруднення атмосферного повітря здійснюється за даними результатів розрахунків розсіювання забруднюючих речовин (ЗР) в атмосферному повітрі згідно норм Методики розрахунку концентрацій в атмосферному повітрі шкідливих речовин, що містяться у викидах підприємств (ОНД-86) [6].

Норми ОНД-86 повинні дотримуватися при проектуванні підприємств, а також при нормуванні викидів в атмосферу діючих підприємств та тих, які планують та проводять реконструкцію [6].

Ступінь забруднення атмосферного повітря характеризується значенням найбільшої концентрації, що відповідає несприятливим метеорологічним умовам, у тому числі «небезпечної» швидкості вітру. Джерела залежно від висоти  $H$  їх гирла над рівнем земної поверхні належать до одного з чотирьох класів:

- високі,  $H > 50$  м;
- середньої висоти  $H = 10...50$ м;
- низькі  $H = 2...10$ м;
- наземні,  $H < 2$ м.

У процесі формування викидів ЗР речовин в атмосферу поля концентрації обчислюють для кожного інгредієнта окремо [6].

Якщо в атмосферному повітрі є кілька  $N$  речовин, які затверджені відповідно з [7], та їм властива підсумовуюча шкідлива дія, для кожної групи таких речовин обчислюється безрозмірна сумарна концентрація  $q$  або значення концентрацій  $N$  шкідливих речовин зводиться умовно до значення концентрації однієї з них.

Безрозмірна концентрація визначається по формулі:

$$q = \frac{C_1}{ГДК_1} + \frac{C_2}{ГДК_2} + \dots + \frac{C_N}{ГДК_N}, \quad (2.1)$$

де  $C_1, C_2 \dots C_N$  – розраховані концентрації шкідливих речовин в атмосферному повітрі в одній і тій самій точці місцевості, мг/м<sup>3</sup>;

ГДК<sub>1</sub>, ГДК<sub>2</sub>... ГДК – відповідно максимально разові гранично допустимі концентрації (ГДК) шкідливої речовини в атмосферному повітрі, мг/м<sup>3</sup>.

Зведена концентрація

$$C = C_1 + C_2 \frac{ГДК_1}{ГДК_2} + \dots + C_N \frac{ГДК_{N-1}}{ГДК_N}, \quad (2.2)$$

де  $C_1, ГДК_1$  – відповідно концентрація речовини, до якої виконується зведення і його ГДК;

$C_2 \dots C_N$  і  $ГДК_2 \dots ГДК$  – концентрації та ГДК інших речовин, які входять у групу підсумовування.

Максимальна приземна концентрація шкідливої речовини  $C_M$  (мг/м<sup>3</sup>) при викиді газоповітряної суміші з поодинокого гарячого точкового джерела із круглим гирлом у разі несприятливих для розсіювання домішок метеорологічних умов визначається на відстані  $X_m$  (в метрах) від джерела та визначається по формулі:

$$C_M = \frac{A \cdot M \cdot F \cdot m \cdot n \cdot \eta}{H^2 \cdot \sqrt[3]{V_1 \Delta T}}, \quad (2.3)$$

де  $A$  - коефіцієнт, що залежить від температурної стратифікації;

$M$  - маса шкідливої речовини, що викидається в атмосферу за одиницю часу (г/с);

$F$  - безрозмірний коефіцієнт, що враховує швидкість осідання шкідливих речовин в атмосферному повітрі;

$n$  - коефіцієнти, які враховують умови виходу газоповітряної суміші із джерела викиду;

$H$  - висота джерела викиду над рівнем землі, (метри), а для наземних джерел у розрахунках беруть  $H$  рівним 2 метри;

$\eta$  - безрозмірний коефіцієнт, що враховує вплив рельєфу місцевості на концентрацію домішки (якщо місцевість рівнинна або з перепадами висот, які не перевищують 50 метрів на 1 кілометр - то  $\eta=1$ );

$\omega_0$  - середня швидкість виходу газоповітряної суміші із гирла джерела викиду (м/с);

$\Delta T$  - різниця між температурою газоповітряної суміші ( $T_T$ ), що викидається, і температурою навколишнього повітря ( $T_B$ ),  $^{\circ}C$ ;

$V_1$  – об'ємні витрати газоповітряної суміші ( $m^3/c$ )

$$V_1 = \frac{\pi D^2}{4} \omega_0, \quad (2.4)$$

де  $D$  - діаметр гирла джерела викиду (в метрах).

Значення коефіцієнта  $A$ , що відповідає несприятливим умовам, за яких концентрація шкідливих речовин в атмосферному повітрі максимальна, на Україні береться таким, котрий дорівнює: для джерел висотою, менше 200м, розміщених у зоні від  $50^{\circ}$  до  $52^{\circ}$  п. ш. – 180, а на півдні  $50^{\circ}$  п. ш. – 200.

Потужність викиду  $M$  (г/с) і об'ємна витрата газоповітряної суміші  $V_1$  ( $m^3/c$ ) при проектуванні підприємств обчислюють розрахунками в технологічній частині проекту або вибирають відповідно діючих на підприємстві нормативів. У розрахунку беруть співвідношення  $M$  и  $V_1$ , що реально спостерігається на встановлених (звичайних) умовах експлуатації підприємства.

При визначенні значення  $\Delta T$  ( $^{\circ}\text{C}$ ) слід приймати температуру навколишнього атмосферного повітря  $T_{\text{в}}$  ( $^{\circ}\text{C}$ ), яка дорівнює середній максимальній температурі зовнішнього повітря найжаркішого місяця року, а температуру газоповітряної суміші  $T_{\text{г}}$  ( $^{\circ}\text{C}$ ), що викидається в атмосферу, - по діючим для даного підприємства технологічними нормативами.

Значення безрозмірного коефіцієнта  $F$  беруть:

а) для газоподібних ЗР і дрібнодисперсних аерозолів (пилу, золи, швидкість упорядкування осідання яких дорівнює нулю) -1;

б) для дрібнодисперсних аерозолів (крім зазначених вище) при середньому експлуатаційному коефіцієнті очищення викидів не менше 90 % -2;

в) від 75 - 90 % - 2,5;

г) менше 75 % і у випадку відсутності очищення -3.

Коефіцієнти  $m$  і  $n$  розраховують залежно від параметрів  $f$ ,  $v_m$ ,  $v'_m$  і  $fe$ :

$$f = 1000 \frac{\omega_0^2 D}{H^2 \Delta T} \quad (2.5)$$

$$v_m = 0,653 \sqrt{\frac{V_1 \Delta T}{H}} \quad (2.6)$$

$$v'_m = 1,3 \frac{\omega_0 D}{H} \quad (2.7)$$

$$fe' = 800(v'_m)^3 \quad (2.8)$$

Коефіцієнт  $m$  визначають залежно від  $f$  по формулі:

$$m = \frac{1}{0.67 + 0.1\sqrt{f} + 0.34\sqrt[3]{f}}, \text{ при } f < 100; \quad (2.9)$$

$$m = \frac{1.47}{\sqrt[3]{f}} \text{ при } f \geq 100. \quad (2.10)$$

Для  $f_e < f < 100$  коефіцієнт  $m$  розраховується при  $f = f_e$ .

Коефіцієнт  $n$  при  $f < 100$ , розраховують залежно від  $v_m$  по формулах.

$$n = 1, \text{ при } v_m \geq 2; \quad (2.11)$$

$$n = 0.532v_m^2 - 2.13v_m^2 + 3.13, \text{ при } 0.5 \leq v_m < 2; \quad (2.12)$$

$$n = 4.4v_m, \text{ при } v_m < 0.5. \quad (2.13)$$

При  $f \geq 100$  або  $\Delta T \approx 0$ , коефіцієнт  $n$  знаходять по формулах (2.11) - (2.13) при  $v_m = v'_m$ .

Для  $f \geq 100$  (або  $\Delta T \approx 0$ ) і  $v'_m \geq 0.5$ , (холодні викиди) у розрахунку замість формули (2.1) використовується формула

$$C_m = \frac{A \cdot M \cdot F \cdot n \cdot \eta}{H^{4/3}} \cdot K \quad (2.14)$$

де

$$K = \frac{D}{8V} = \frac{1}{7.1\sqrt{\omega_0 V_1}} \quad (2.15)$$

причому  $n$  визначається по формулах (2.11 – 2.13) якщо  $v_m = v'_m$ .

Аналогічно, якщо  $f < 100$ ,  $v_m < 0.5$  або  $f \geq 100$  і  $v'_m < 0.5$  (випадок дуже маленьких небезпечних швидкостей вітру),  $C_m$  замість (2.1) розраховується по формулі:

$$C_M = \frac{A \cdot M \cdot F \cdot m' \cdot \eta}{H^{7/3}}, \quad (2.16)$$

де  $m' = 2.86m$  якщо  $f < 100$ ,  $v_M < 0.5$ ; (2.17)

$m' = 0.9$  якщо  $f \geq 100$  і  $v'_M < 0.5$ . (2.18)

Відстань  $x_M$  (м) від джерела викидів, на якому приземна концентрація  $C$  (мг/м<sup>3</sup>) при несприятливих метеорологічних умовах і небезпечній швидкості вітру досягає максимального значення  $C_M$  визначається по формулі

$$x_M = \frac{5 - F}{4} \cdot H \cdot d \quad (2.19)$$

де безрозмірний коефіцієнт  $d$  при  $f < 100$  :

$$d = 2.48 (1 + 0.28 \sqrt[3]{fe}) \quad \text{при } v_M \leq 0.5; \quad (2.20)$$

$$d = 4.95 v_M (1 + 0.28 \sqrt[3]{f}) \quad \text{при } 0.5 < v'_M \leq 2; \quad (2.21)$$

$$d = 7 \sqrt{v'_M} (1 + 0.28 \sqrt[3]{f}) \quad \text{при } v_M > 2. \quad (2.22)$$

Якщо  $f > 100$  або  $\Delta T \approx 0$  значення  $d$  :

$$d = 5.7 \quad \text{при } v'_M \leq 0.5; \quad (2.23)$$

$$d = 11.4 v'_M \quad \text{при } 0.5 < v'_M \leq 2; \quad (2.24)$$

$$d = 16 \sqrt{v'_M} \quad \text{при } v'_M > 2. \quad (2.25)$$



Значення небезпечної швидкості  $U_M$  (м/с) на рівні флюгера (звичайно 10 метрів над рівнем землі), при якій досягається найбільше значення приземної концентрації шкідливих речовин  $C_M$ , що утворюється даним джерелом, у випадку  $f < 100$ , визначається по формулах:

$$U_M = 0.5 \quad \text{при } v_M \leq 0.5; \quad (2.26)$$

$$U_M = v_M \quad \text{при } 0.5 < v'_M \leq 2; \quad (2.27)$$

$$U_M = v_M (1 + 0.12\sqrt{f}) \quad \text{при } v_M > 2. \quad (2.28)$$

При  $f \geq 100$  або  $\Delta T \approx 0$  значення  $U_M$  обчислюють по формулах:

Якщо  $f \geq 100$  або  $\Delta T = 0$ ,

$$U_M = 0.5 \quad \text{при } v'_M \leq 0.5 \quad (2.29)$$

$$U_M = v'_M \quad \text{при } 0.5 < v'_M \leq 2 \quad (2.30)$$

$$U_M = 2.2v'_M \quad \text{при } v'_M > 2 \quad (2.31)$$

При небезпечній швидкості вітру  $U_M$  приземна концентрація ЗР  $C$  (мг/м<sup>3</sup>) в атмосфері по осі факела викиду на різних відстанях  $x$  (м) від джерела викиду визначається по формулі:

$$C = S_1 C_M \quad (2.32)$$

де  $S_1$  – безрозмірний коефіцієнт, який визначається залежно від відношення  $x/x_M$  і коефіцієнта  $F$  :

$$S_1 = 3(x/x_m)^4 - 8(x/x_m)^3 + 6(x/x_m)^2 \quad \text{при } x/x_m \leq 1 \quad (2.33)$$

$$S_1 = \frac{1.13}{0.13(x/x_m)^2 + 1} \quad \text{при } 1 < x/x_m \leq 8 \quad (2.34)$$

$$S_1 = \frac{x/x_m}{3.58(x/x_m)^2 - 35.2(x/x_m) + 120} \quad \text{при } F \leq 1.5 \text{ й } x/x_m > 8 \quad (2.35)$$

$$S_1 = \frac{1}{0.1(x/x_m)^2 + 2.47(x/x_m) - 17.8} \quad \text{при } F > 1.5 \text{ і } x/x_m > 8 \quad (2.36)$$

Для низьких і наземних джерел (висотою  $H$  не більше 10 метрів) при значеннях  $x/x_m < 1$  величина  $S_1$  в (2.32) замінюють на величину  $S_1^H$ , яка визначається залежно від  $x/x_m$  і  $H$

$$S_1^H = 0.125(10 - H) + 0.125(H - 2)S_1 \quad \text{при } 2 \leq H < 10, x/x_m < 1 \quad (2.37)$$

Значення приземної концентрації шкідливих речовин в атмосфері  $C_y$  (мг/м<sup>3</sup>) на відстані (в метрах) по перпендикуляру до осі факела визначається по формулі:

$$C_y = S_2 C \quad (2.38)$$

де  $S_2$  – безрозмірний коефіцієнт, обумовлений залежно від швидкості вітру  $U$  (м/с) і  $y/x$  за значенням аргументу  $t_y$ :

$$t_y = \frac{Uy^2}{x^2} \quad \text{при } U \leq 5 \quad (2.39)$$

$$t_y = \frac{5y^2}{x^2} \quad \text{при } U > 5 \quad (2.40)$$

$$S_2 = \frac{1}{(1 + 5t_y + 12.8t_y^2 + 17t_y^3 + 45.1t_y^4)^2} \quad (2.41)$$

Для прискорення й спрощення розрахунків приземних концентрацій на кожному підприємстві розглядаються шкідливі речовини, що викидаються, та для яких виконується

$$\frac{M}{ГДК} > \Phi; \quad (2.42)$$

$$\Phi = 0.01\bar{H} \text{ при } \bar{H} > 10 \text{ м}, \quad (2.43)$$

$$\Phi = 0.1 \text{ при } \bar{H} \leq 10 \text{ м}. \quad (2.44)$$

де  $M$  (г/с) - сумарне значення викиду від всіх джерел підприємства, що відповідає найбільш несприятливим із установлених умов викиду, включаючи вентиляційні джерела й неорганізовані викиди;

$ГДК$  (мг/м<sup>3</sup>) – максимальна разова гранично припустима концентрація;

$\bar{H}$  (м) – середньозважена по підприємству висота джерела викиду [6].

### 3 ЗАГАЛЬНІ ПРИНЦИПИ РОБОТИ АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ РОЗРАХУНКУ ЗАБРУДНЕННЯ АТМОСФЕРИ «ЕОЛ 2000»

Автоматизована система розрахунку забруднення атмосфери «ЕОЛ 2000» призначена для оцінки впливу шкідливих викидів проєктованих і діючих (що реконструюються) підприємств на забруднення приземного шару атмосфери [8].

Програма «ЕОЛ 2000» рекомендована до використання Міністерством охорони природного довкілля України (5185/18 від 22.05.2003) для проведення такого роду розрахунків. Програма була придбана Одеським Державним Екологічним Університетом в 2004 році (ліцензія № 116908290).

Розрахункові модулі системи реалізують "Методику розрахунку концентрацій в атмосферному повітрі шкідливих речовин, що містяться у викидах підприємств. ОНД-86" [6].

Система «ЕОЛ 2000» дозволяє розрахувати поля забруднень для точкової моделі джерела викиду шкідливих речовин з круглим і прямокутним гирлом труби, лінійної моделі, двох моделей площадкового джерела (моделі ставка-відстійника і моделі джерела, що складається з безлічі поодиноких точкових джерел, розташованих близько один від одного, з однаковими значеннями конструктивних і технологічних характеристик).

За бажанням користувача при оцінці впливу проєктованих підприємств, що реконструюються, на забруднення атмосфери розрахунок проводиться з урахуванням фонових (існуючих) концентрацій. При розрахунку розсіювання забруднюючих речовин в атмосфері можуть враховуватися поправки на рельєф. У систему вбудована база даних гранично допустима максимально разова ГДК<sub>мр</sub> (1500 речовин) і груп сумачії (всього 40).

Також в системі «ЕОЛ 2000» передбачені:

- графічна інтерпретація результатів розрахунку з можливістю зміни масштабу карти і отримання друкарської копії на принтері або плотері;
- апарат генерації, перегляду і друку результатів розрахунку у формі табличних документів;
- механізм створення на зовнішньому носії інформаційних файлів (так званих контрольних точок), що дозволяють переривати і поновлювати обчислювальний процес за бажанням користувача.

Автоматизована система розрахунку забруднення атмосфери розроблена для персональних ЕОМ IBM PC (AT, XT) і сумісних з ними.

Для розрахунку впливу деякого проектного (реконструйованого) підприємства на забруднення атмосферного повітря користувачеві системи необхідно:

- заповнити таблиці носіїв системної інформації (НСІ), а саме:
  - 1) охарактеризувати регіон (місто), де розміщується досліджуваний об'єкт;
  - 2) описати промислові майданчики і джерела забруднення повітря;
  - 3) задати параметри забруднюючих речовин або груп сумачії;
  - 4) ввести інформацію про екологічний стан (задати фонові концентрації шкідливих речовин в приземному шарі атмосфери), що склалася в цьому регіоні;
- сформулювати завдання на розрахунок, визначивши параметри розрахунку :
  - 1) місто (регіон), де розташовані досліджувані джерела забруднення атмосфери;
  - 2) список промислових майданчиків;
  - 3) перелік шкідливих речовин і груп сумачії;

- 4) опис розрахункових майданчиків (прив'язка їх в регіоні, число розрахункових точок і тому подібне);
- 5) перелік досліджуваних швидкостей і напрямів вітру;

- провести розрахунок.

Результати розрахунку представляються у формі табличних документів і у вигляді карти-схеми розподілу концентрації шкідливих речовин в приземному шарі атмосфери [8].

Першим етапом роботи є формування баз даних НСІ, що складаються з семи таблиць. Причому редактор таблиць контролює введення числових полів. Окрім синтаксичного контролю записів в редакторі НСІ здійснений функціональний контроль полів введення. Для цього існує спеціальний режим при обробці кожної з таблиць НСІ.

Дано стислу характеристику кожної з таблиць НСІ. У таблиці 1 дано опис метеорологічних умов і географічна прив'язка регіону :

- середня максимальна температура зовнішнього повітря найбільш жаркого місяця року визначається по [9];
- середня температура зовнішнього повітря в найхолодніший місяць визначається по [9];
- гранична швидкість вітру  $U^*$  не може перевищувати 42 м/с (конкретне значення граничної швидкості для заданого міста слід запросити або воно може бути визначене по таблиці накопиченої повторюваності швидкості вітру (примітка до п.2.10. ОНД - 86), де  $U^*$  - значення швидкості вітру, що перевищується в цій місцевості, в середньому багаторічному режимі в 5 % випадків);
- регіональний коефіцієнт температурної стратифікації атмосфери  $A$  характеризує загальну здатність атмосфери в цьому географічному регіоні розсіювати забруднюючі речовини (уся територія країни за величиною коефіцієнта  $A$  розбита на п'ять регіонів, межі яких описані в [6], тому визначивши, в якому регіоні розташовано місто,

потрібно в графу занести відповідне значення коефіцієнту А (140, 160, 180, 200, 250));

- кут між напрямом на північ і позитивною піввіссю ОХ основної системи координат відлічується від північного напрямку за годинниковою стрілкою;
- площа міста (км<sup>2</sup>) використовується при проведенні розрахунків з урахуванням фону (у разі відсутності цієї інформації в графу слід занести 0);
- середньорічна повторюваність вітрів по румбах рози вітрів (у відсотках ) використовується при побудові санітарно-захисної зони.

У таблиці 2 дається опис промислових майданчиків і їх геометрична прив'язка в регіоні.

У таблиці 3 наводиться опис джерел викиду шкідливих речовин :

- містить інформацію про вид математичної моделі джерела (точкове джерело, лінійне або площинне джерело);
- містить коефіцієнт рельєфу, що враховує відмінність рельєфу реальної підстилаючої поверхні від горизонтальної площини, для якої коефіцієнт рельєфу дорівнює одиниці (приймається і у разі похилої або тої місцевості з перепадом висот не більше 50 метрів на один кілометр в радіусі, рівному п'яти чи десяти висотам джерела викиду);
- містять для точкового джерела з круглим і прямокутним гирлом координати джерела (у метрах), які зазначені на генеральному плані підприємства згідно заводській системі координат або координати початку лінійного джерела, або центру симетрії для площинних джерел;
- містить висоту джерела ( у метрах );
- містить діаметр (у метрах) точкового джерела з круглим гирлом;
- містить витрату пило- чи газоповітряній суміші (м<sup>3</sup>/с) для точкового джерела;

- задається температура пило- чи газоповітряній суміші (у градусах Цельсію).

У таблиці 4 дана характеристика складу викиду шкідливих речовин :

- містить код шкідливої речовини (згідно зі вбудованою базою даних ГДК);
- масу викиду шкідливої речовини (г/с);
- потужність викиду в тонах на рік.

Таблиця 5 містить опис шкідливих речовин. У таблиці 6 дається опис груп сумачії, а в таблиці 7 задаються фонові концентрації шкідливих речовин.

Другим етапом роботи з програмою ЕОЛ є формування параметрів розрахунку. Список параметрів, що вводяться, має вигляд меню і включає наступне:

- фон - визначає, чи слід враховувати фонові концентрації при розрахунку поля забруднення;
- число найбільших вкладників містить значення від 1 до 5 (розрахункова концентрація в цій точці при заданому напрямі і швидкості вітру представляє суму вкладів від визначених джерел, тому цей параметр використовується для деталізації вкладів окремих джерел в сумарну концентрацію по вказаному числу вкладників);
- число максимальних концентрацій використовується для формування списку точок, в яких спостерігається найбільш висока концентрація даної речовини на цьому розрахунковому майданчику;
- швидкості вітру - можуть задаватися в метрах у секунду і в долях від середньозваженої швидкості, яка визначається в процесі розрахунку (в останньому випадку величина швидкості вказується в безрозмірній формі);
- напрямі вітру - визначає, чи буде розрахунок проводитися для заданого (єдиного) напрямку вітру або в режимі автоматичного пошуку напрямку вітру, при якому в цій розрахунковій точці буде



найбільша концентрація (перебір напрямів вітру здійснюється з вказівкою кроку перебору напрямів);

- промислові майданчики - список промислових майданчиків, розташованих в цьому місті (список містить найменування промислових майданчиків і їх характеристики, а в розрахунку одночасно можуть прийматися до 30 промислових майданчиків);
- найменування шкідливих речовин;
- групи сумації - список кодів груп сумації, по яких проводиться розрахунок;
- характеристики розрахункових майданчиків (координати центру симетрії, довжина і ширина розрахункового майданчика, кут повороту в градусах довжини розрахункового майданчика відносно осі ОХ основної системи координат, крок розрахункової сітки по довжині і ширині розрахункового майданчика та особливі вимоги).

Результати розрахунку можуть формуватися, або у формі табличних документів, або у вигляді графічної карти - схеми з нанесеними на неї полями концентрації шкідливих речовин.

У режимі графічної інтерпретації є можливість проглянути на екрані і роздрукувати в довільному масштабі карту розподілу забруднюючої речовини або групи сумації на розрахунковому майданчику. Карта заповнюється відповідно до введених значень рівнів концентрацій у вигляді ізоліній. На кожній ізолінії проставляється відповідна концентрація у частках ГДК<sub>мр</sub>. У випадку якщо концентрація не проставлена - ізолінію можна ідентифікувати за кольором.

Передбачено програмою і табличне представлення результатів розрахунку. Редактор вихідних таблиць дозволяє переглядати і друкувати різні сформовані вихідні таблиці, в яких міститься наступна інформація :

- опис географічних і кліматичних умов регіону розташування об'єкту;
- міра впливу об'єктів (параметр П );

- характеристика шкідливих речовин і об'єктів згідно їх впливу на забруднення атмосфери;
- перелік точок найбільших концентрацій шкідливої речовини.

Програмою «ЕОЛ 2000» передбачений режим генерації звіту. У режимі генерації звіту можуть бути отримані результати розрахунку в повному об'ємі. При цьому виведення звіту можливо або на принтер, або на диск у файл report.doc [8].

#### 4 РОЗРАХУНОК І АНАЛІЗ ПОЛІВ МАКСИМАЛЬНИХ ПРИЗЕМНИХ КОНЦЕНТРАЦІЙ ПІДПРИЄМСТВА «ЕЛАКС»

##### 4.1 Характеристика підприємства, як джерела забруднення атмосфери

Відкрите акціонерне товариство (ВАТ) "Елакс" розташоване за адресою: 65006, м. Одеса, вул. Вапняна, 87.

Вид економічної діяльності - виробництво лаків і фарб. На підприємстві відповідальний за охорону довкілля - інженер-еколог, також до складу підприємства входить лабораторія, що здійснює контроль якості атмосферного повітря.

Згідно з «Державними санітарними правилами планування і забудови населених пунктів» [10], розмір нормативної санітарно-захисної зони для підприємства «Елакс» склав 300 метрів від крайніх джерел викидів забруднюючих речовин (3 клас небезпеки).

Відкрите акціонерне товариство «Елакс» розташоване на заході від центральної частини міста на промисловій ділянці площею у 8,56 гектарів, у тому числі:

- площа забудови -3,0 гектара;
- площа озеленення -1,35 гектара;
- інша площа - тверді покриття.

Ситуаційна карта-схема розташування підприємства «Елакс» в місті Одеса представлена на рис.4.1. З півночі територія підприємства граничить з ВАТ «Одеснефтепродукт», зі сходу - ВАТ «Стальканат», з північного заходу

- газороздавальною станцією ВАТ «Одесагаз», із заходу - СМЭУ-6, з півдня - житловою зоною.



Рисунок 4.1 – Ситуаційна карта-схема розташування підприємства «Елак» у місті Одеса

До складу підприємства входять наступні цехи:

- лаків;
- емалей;
- водно-дисперсійних акрилових фарб (ВДАФ);
- транспортний;
- ремонтно-механічний;
- котельна.

Характеристика підприємства «Елак» як потенційного джерела забруднення Одеси проводилася на підставі даних, які були отримані в результаті проведеної в 2014 році інвентаризації забруднюючих речовин від стаціонарних джерел [11]. Підприємством виконана процедура інвентаризації згідно [12].

ВАТ "Елак" спеціалізується на випуску емалей і водно-дисперсійних фарб, а також лаку, що є сировиною для виробництва емалей.

Режим роботи підприємства :

- основних виробничих цехів — трьохзмінний;
- лабораторії — двохзмінний;
- інших цехів і підрозділів — однозмінний;

Дано більш детальну характеристику роботи кожного цеху.

У цеху лаків рідка сировина (олія рослинна, ксилол) поступає із складу і спрямовується в накопичувальні баки з подальшим дозуванням в реактор.

Сипка сировина (фталевий ангідрид, пентаеритрит, сода) поступає в цех в паперових мішках і поліетиленових контейнерах. Завантаження сипкої сировини робиться вручну. При цьому в атмосферу виділяються фталевий ангідрид і 2,2-диметилпропандиол.

Синтез смоли (основи лаку) здійснюється в реакторах азеотропним методом при температурі 250<sup>0</sup>С. При цьому виділяються пари акролеїну і фталевого ангідриду.

Уайт-спірит і сольвент поступають в цех із складу в накопичувальні баки з подальшим дозуванням в змішувачі. У змішувачах здійснюється обробка отриманої в реакторах основи лаку на "тип" при температурі 170<sup>0</sup>С.

При прийманні і дозуванні розчинників, а також в процесах синтезу основи лаку і постановці її "типу" в атмосферу виділяються ксилол, сольвент і уайт-спірит.

Готовий лак зі змішувачів після прокачування через сепаратори і фільтри тонкого очищення поступає в резервуари. В процесі фільтрації лаку,

а також при його зберіганні в атмосфері виділяються ксилол, сольвент і уайт-спірит.

У цеху емалей уайт-спірит і сольвент поступають в цех із складу і дозуються в дисольвери. Потім в дисольвери завантажуються лак і сипка сировина (титану двоокис, крейда, пігменти). Сипка сировина поступає в цех в паперових мішках і завантажується вручну.

У дисольвері відбувається процес виготовлення пігментної пасти. При завантаженні реагентів і при проведенні технологічного процесу в атмосфері виділяються: ксилол, сольвент, уайт-спірит, заліза окисел, титану двоокис і кальцію карбонат.

Після дисольверів пігментна паста поступає на бісерні млини, де її перетирають. При цьому в атмосфері виділяються ксилол, сольвент і уайт-спірит.

Паста, що диспергує, з бісерних млинів поступає в змішувачі, де відбувається її постановка на "тип". У змішувач через проміжну місткість із складу поступає сикатив і додається екскін. В процесі постановки пасти на "тип" в атмосфері виділяються ксилол, сольвент, уайт-спірит.

Зі змішувачів по трубопроводах емаль, пройшовши фільтри, фасується напівавтоматами у банки. Банки закриваються кришками, маркуються кольором і етикетками і вивозяться на склад. В процесі фільтрації і фасування продукції в атмосфері виділяються ксилол, сольвент і уайт-спірит.

У цеху водно-дисперсійних акрилових фарб (ВДАФ) суха сировина (крейда, пігменти) поступає в цех в паперових пакетах і поліетиленових контейнерах, і завантажується в гомогенізатор вручну. Потім в гомогенізатор завантажують знесолену воду, акрилову емульсію і коалесцент (етилгліколь). У гомогенізаторі при кімнатній температурі здійснюється процес приготування пігментної пасти.

Після гомогенізатора пігментна паста поступає в діжку для придання визначеного кольору, а потім перекачується в змішувачі, де доводиться до "типу".

Потім фарба поступає у фасувальне відділення. Фасування проводиться в полімерну тару. Готова фарба поступає на склад.

В процесі завантаження реагентів і приготування пігментної пасту в атмосферу виділяється кальцію карбонат і етилгліколь.

Допоміжне виробництво на підприємстві «Елак» складається з п'яти ділянок - котельної, складу, ремонтно-механічного і транспортного і електричного цеху.

Отже, в котельній встановлені два котли Е-2,5-0,9 ГМ, які працюють на природному газі. Котли функціонують поперемінно. Тепло від котлів використовується на технологічні потреби (нагрів реакторів) і для обігріву адміністративно-побутових корпусів. При роботі котельної в атмосферу виділяється азоту двоокис і оксид вуглецю. У котельній функціонує зварювальний пост, при роботі якого в атмосферу виділяється заліза окисел, і марганець і його з'єднання.

На складі здійснюється зберігання розчинників (ксілол, сольвент, уайт-спірит, сикатив) в металевих місткостях. При зберіганні, наливанні і сливі розчинників через дихальні трубки в атмосферу виділяються ксілол, сольвент і уайт-спірит.

У ремонтно-механічному цеху встановлені металообробні верстати, при роботі яких в атмосферу виділяються емульсол, пил абразивний і пил металевий. Крім того, в ремонтно-механічному цеху функціонує зварювальний пост, при роботі якого в атмосферу виділяється заліза окисел, марганець і його з'єднання.

Що стосується транспортного цеху, то він обслуговує автотранспортне господарство підприємства, яке включає легкові і вантажні автомобілі, а також автонавантажувачі. Відстій транспортних засобів здійснюється на відкритому майданчику.

Для технічного обслуговування і дрібного ремонту рухомого складу в цеху встановлені металообробні верстати і ванна з дизпаливом. Від металообробних верстатів в атмосферу виділяється емульсол, пил абразивний і пил металевий. Від ванни з дизпаливом в атмосферу виділяються вуглеводні  $C_{12}$  -  $C_{19}$ .

У електричному цеху функціонує акумуляторна, в якій проводиться зарядка кислотних акумуляторів. Від поста зарядки акумуляторів в атмосферу виділяється кислота сірчана. Для проведення ремонтних робіт в цеху встановлені металообробні верстати. При роботі верстатів в атмосферу виділяються емульсол, пил абразивний, пил металевий.

Характеристики джерел викидів були використані в якості початкових даних для аналізу і містилися в звіті про проведену на підприємстві «Елак» інвентаризацію викидів забруднюючих речовин в атмосферу від стаціонарних джерел [11]. Аналіз цих характеристик дозволив зробити наступні висновки.

Усі джерела викидів, окрім відкритої стоянки автомобілів, є стаціонарними - організованими і неорганізованими.

На території "Елак" функціонувало 31 стаціонарне джерело викидів, з яких 25 - організовані, а 6 - неорганізовані.

При роботі джерел в атмосферу виділялося 18 забруднюючих речовин. Ефект сумачії має одна група - "зважені речовини". Перелік забруднюючих речовин, що викидаються в атмосферу стаціонарними джерелами викидів з вказівкою їх гранично допустимих концентрацій чи орієнтовного безпечного рівня впливу (ОБРВ), класів небезпеки і величини валового викиду, приведений в таблиці 4.1. Виходячи зі значень табл. 4.1 можна сказати наступне.

По-перше, в атмосферу від усіх стаціонарних джерел викидів досліджуваного підприємства поступає 22,721 тонни забруднюючих речовин в рік. Причому 7,79 тонни — це так звані «тверді» речовини, а



газоподібних — 14,931 тонн, тобто основний вклад в забруднення атмосфери вносять домішки, які знаходяться в газоподібній фазі.

По-друге, попередній аналіз характеристик шкідливих домішок дозволив скласти ранжируваний список залежно від потужності викидів. Отже, з вісімнадцяти забруднюючих речовин тільки у восьми фактична потужність викиду більше 1 тонни в рік, інші десять викидають незначну кількість.

Таблиця 4.1 - Характеристика забруднюючих речовин, що викидаються в атмосферне повітря джерелами підприємства «Елакс»

№ з/п	Найменування забруднюючої речовини	ГДК <sub>мр</sub> (ОБРВ) мг/м <sup>3</sup>	Клас небезпеки	Потужність викиду т/рік
1	Уайт-спірит	1,0	-	4,840
2	Ангідрид фталевий (пари, аерозоль)	0,1	2	3,303
3	Ксилол	0,2	3	2,969
4	Азоту двоокис	0,085	2	2,905
5	Сольвент-нафта	0,2	-	2,316
6	2,2 - Диметилпропандиол	0,04	-	2,175
7	Акролеїн	0,03	2	1,079
8	Кальцію карбонат	0,5	3	1,021
9	Титану діоксид	0,5	-	0,65
10	Вуглецю окисел	5,0	4	0,54
11	Заліза окисел (у перерахунку на залізо)	0,4	3	0,52
12	Вуглеводні граничні C <sub>12</sub> - C <sub>19</sub>	1,0	4	0,23
13	Пил металевий	0,1	-	0,075
14	Етилгліколь (етандиол)	1,0	-	0,051
15	Пил абразивний (корунд білий, монокорунд)	0,04	-	0,046
16	Емульсол (склад; вода-97.6%, нітрит натрію-0.2% та ін.)	0,05	-	0,00055
17	Кислота сірчана по молекулі H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	0,3	2	0,0003
18	Марганець і його з'єднання	0,01	2	0,000053
	Разом			22,721

По-третє, аналіз ранжируваного списку дозволяє описати специфіку підприємства. З вісімнадцяти забруднюючих речовин сумарний викид від перших восьми складає 91 відсоток (20,608 тонн) від загального об'єму, а на десять домішок, що залишилися - близько дев'яти відсотків. Отже, потенційну небезпеку, швидше за все, можуть представляти саме перші вісім забруднюючих речовин.

По-четверте, для восьми з вісімнадцяти забруднюючих речовин не встановлені на сьогодні класи небезпеки і ГДК<sub>мр</sub>, тому в якості нормативів використали орієнтовний безпечний рівень впливу (ОБРВ).

Для повної характеристики необхідно відмітити, що на підприємстві «Елак» газоочисною установкою (ГОУ), яка представлена пилоосаджувальною камерою з ефективність роботи 50 відсотків, оснащений тільки один заточний верстат в ремонтно-механічному цеху (джерело викидів №28). Цього може бути недостатньо для забезпечення вимог повітряохоронного законодавства.

Отже, підприємство «Елак» може потенційно чинити несприятливу дію на якість атмосферного повітря в тій частині міста Одеси, де воно розташовується. Чи відповідає діяльність підприємства вимогам чинного природоохоронного законодавства, буде встановлено на основі розрахунку і аналізу полів максимальних приземних концентрацій.

#### 4.2 Аналіз полів максимальних приземних концентрацій

Оцінка впливу викидів підприємства «Елак» на якість атмосферного повітря міста Одеси здійснювалася на основі розрахунку і аналізу полів максимальних приземних концентрацій, які формують джерела підприємства.

Початковими даними для розрахунку були результати інвентаризації викидів забруднюючих речовин від стаціонарних джерел підприємства «Елак», яка була виконана співробітниками УкрНДІМФ в 2014 році на договірних умовах [11].

Розрахунок полів забруднення атмосфери проводився для кожної забруднюючої речовини окремо з використанням автоматизованої системи розрахунку ЕОЛ 2000. Основні принципи і особливості роботи програми ЕОЛ викладені в розділі 3 дипломної роботи. Ця програма затверджена Міністерством екології і природних ресурсів для проведення подібних розрахунків. Розрахункові модулі системи реалізують «Методику розрахунку концентрацій в атмосферному повітрі шкідливих речовин, що містяться у викидах підприємств. ОНД - 86» [6].

Для прискорення і спрощення розрахунків приземних концентрацій на кожному підприємстві відповідно до положення [6] розглядаються ті з шкідливих речовин, що викидаються, які пройшли перевірку за критерієм Ф. Розрахунок критерію і процедура перевірки здійснювалася по формулах (2.42) - (2.44). Результати перевірки доцільності за критерієм Ф приведені в таблиці 4.2.

Таблиця 4.2 - Результати перевірки доцільності розрахунку за критерієм Ф

№ з/п	Найменування забруднюючої речовини	Доцільність проведення розрахунків розсіювання /та або ні/
1	2	3
1	Заліза окисел (у перерахунку на залізо)	Так
2	Марганець і його з'єднання (в перерахунку на двоокис марганцю)	Ні
3	Азоту двоокис	Так
4	Кислота сірчана по молекулі $H_2SO_4$	Ні
5	Вуглецю окисел	Ні

Продовження табл.4.2		
6	Ксилол	Так
7	Етилгліколь (етандіол)	Ні
8	Акролеїн	Так
9	Ангідрид фталевий (пари, аерозоль)	Так
10	Сольвент-нафта	Так
11	Уайт-спірит	Так
12	Вуглеводні граничні C <sub>12</sub> -C <sub>19</sub> (розчинник РПК-265 та ін.)	Так
13	Титану діоксид	Так
14	Емульсол (склад: вода-97.6%, нитрит натрію - 0.2% та ін.)	Ні
15	Пил абразивний (корунд білий, монокорунд)	Так
16	Пил металевий	Так
17	2,2-Диметилпропандіол	Так
18	Кальцію карбонат	Так

Як видно з таблиці 4.2 з 18 забруднюючих речовин, які викидають джерела підприємства, необхідно розрахувати поля максимальних приземних концентрацій тільки для 13 із загального списку.

Наступним етапом роботи було заповнення п'яти видів таблиць НСІ на підставі даних інвентаризації викидів [8].

Метеорологічні характеристики і коефіцієнти, що визначають умови розсіювання забруднюючих речовин в атмосфері Одеси приведені в таблиці 4.3.

Для розрахунку полів максимальних приземних концентрацій задавалися наступні параметри:

- фон не враховувався;
- число найбільших вкладників задали рівним 5;
- число максимальних концентрацій дорівнювало 5;
- швидкість вітру задавалася в долях від середньозваженої швидкості  $U^*$ ;

- здійснювався автоматичний пошук небезпечного напрямку вітру з кроком перебору через 10 градусів;
- задавалася конкретна забруднююча речовина;
- задавалися розміри розрахункової області з урахуванням висот джерел і класу небезпеки підприємства (цей розмір склав 1 x 1 кілометр);
- крок сітки по осях склав 50 метрів.

Таблиця 4.3 - Метеорологічні характеристики і коефіцієнти, що визначають умови розсіювання забруднюючих речовин в атмосфері міста Одеса

Найменування характеристики	Величина
Коефіцієнт рельєфу місцевості	1
Коефіцієнт, залежний від стратифікації атмосфери, А	200
Середня максимальна температура найхолоднішого місяця, °С	- 1,7
Середня максимальна температура найжаркішого місяця	25,5
Середньорічна роза вітрів, % :	
Північне	18,3
Північно- східне	12,1
Східне	8,6
Південно- східне	7,0
Південне	14,3
Південно- західне	10,9
Західне	14,7
Північно- західне	14,1
Швидкість вітру, повторюваність перевищення якої складає 5 %, м/с	12,0

Отже, в результаті розрахунків з використанням спеціалізованої програми ЕОЛ були отримані 13 полів максимальних приземних концентрацій для кожної забруднюючої речовини (які пройшли перевірку за критерієм Ф).

Результати розрахунків програмний комплекс «ЕОЛ 2000» представляє у вигляді полів, де значення концентрацій виражені в долях ГДК<sub>мр</sub>.

Існує і інша інформація, яка представлена в табличному виді, яку передбачають модулі спеціалізованої програми «ЕОЛ 2000». В результаті генерації загального звіту за результатами проведених розрахунків формується громіздкий пакет документів згідно встановлених форм. Для підприємства «Елак» загальний об'єм склав 238 сторінок. Приведення такого об'ємного звіту у рамках додатків до дипломної роботи недоцільне з багатьох причин, тому він був використаний для проведення оцінки впливу підприємства на якість атмосфери у місті розташування підприємства, а на його основі була складена вибірка тих таблиць і полів, які підтверджують достовірність зроблених висновків.

Отже, результати розрахунків (вибірка із загального звіту, який генерує програмний комплекс «ЕОЛ 2000») представлені в Додатку Б. З точки зору детального аналізу полів максимальних приземних концентрацій інтерес представляють два види таблиць. У одних приведені основні технічні і технологічні характеристики джерел, які формують поле певної забруднюючої речовини з вказівкою максимальних значень концентрації і відстані  $X_m$  для кожного джерела, а також наводиться значеннями небезпечної швидкості вітру. У інших таблицях дані характеристики точок найбільших концентрацій ( для кожного поля окремо), небезпечні напрями і швидкість вітру, а також опис джерел, які дають найбільший вклад в забруднення. Уся ця інформація, а також поля максимальних приземних концентрацій приведені в Додатку Б.

Приведемо результати аналізу полів максимальних приземних концентрацій, які формують джерела викидів підприємства «Елак» з урахуванням даних двох видів вищезгаданих таблиць.

По-перше, можна дати загальну характеристику отриманих полів максимальних приземних концентрацій виходячи з конфігурації ізоліній. Усі вони представляють практично концентричні кола, що добре узгоджується з теорією турбулентного розсіювання.

По-друге, аналіз найбільших значень максимальних приземних концентрацій, які створюють джерела викидів кожного з 13 забруднюючих речовин, дозволили поля поділити на дві групи. У першу були віднесені ті, де навіть найбільші значення максимальних приземних концентрацій не перевищували ГДК<sub>мр</sub>, а до другої увійшли ті, де були зафіксовано перевищення ГДК<sub>мр</sub> з різною мірою. У таблиці 4.4 приведені найбільші значення максимальних приземних концентрацій для забруднюючих речовин, які є вибіркою з відповідних таблиць Додатка Б.

Таблиця 4.4 - Найбільші значення розрахункових максимальних приземних концентрацій для забруднюючих речовин

№ з/п	Найменування речовини	Найбільші значення розрахункових максимальних концентрацій, в частках ГДК <sub>мр</sub>
1	Ангідрид фталевий (пари, аерозоль)	0,223
2	Акролеїн	0,247
3	Азоту двоокис	0,479
4	2,2-Димитилолпропандиол	0,382
5	Ксилол	0,876
6	Заліза окисел (у перерахунку на залізо)	0,979
7	Титану діоксид	1,002
8	Уайт-спірит	1,218
9	Сольвент-нафта	1,788
10	Кальцію карбонат	4,651
11	Пил металевий	5,816
12	Вуглеводні граничні C <sub>12</sub> -C <sub>19</sub> (розчинник РПК-265 П та ін.)	8,936
13	Пил абразивний (корунд білий, монокорунд)	9,448

Отже, джерела викидів перших шести забруднюючих речовин (ангідрид фталевий, акролеїн, азоту двоокис, 2,2-димитилолпропандиол,

ксилол та заліза окисел ), не формують в приземному шарі атмосфери за несприятливих умов концентрації, що перевищують ГДК<sub>мр</sub>, . Тому для джерел викидів цих речовин можна рекомендувати встановити нормативи на рівні їх фактичного викиду.

Що стосується другої групи полів (з перевищенням ГДК<sub>мр</sub>), то тут виявили досить широкий діапазон перевищення нормативів якості атмосфери (від 1.002 ГДК<sub>мр</sub> для діоксиду титану до 9,448 ГДК<sub>мр</sub> для пилу абразивного).

Перевищення на полях максимальних приземних концентрацій були виявлені для семи забруднюючих речовин. З цього виходить, що необхідно підприємству «Елакс» розробити і реалізувати заходи по зниженню викидів від тих джерел, які викидають в атмосферне повітря такі речовини як: титану діоксид, уайт-спірит, сольвент-нафта, кальцію карбонат, пил металевий, вуглеводні граничні C<sub>12</sub>-C<sub>19</sub> і пил абразивний.

Розробка заходів з охорони повітря повинна проводитися на основі аналізу вкладу джерел викидів, які формують поле для кожної забруднюючої речовини окремо. Заходи необхідно розробляти в першу чергу для тих джерел, які вносять найбільший вклад в забруднення приземного шару атмосфери, при цьому необхідно враховувати їх технічні і технологічні характеристики, а також можливість установки газоочисного устаткування (чи заміни на більш ефективні).

Тому для 7 вищезгаданих забруднюючих речовин, які формують поля максимальних приземних концентрацій з перевищенням ГДК<sub>мр</sub>, був проведений детальніший аналіз характеристик їх джерел викидів і виділень із залученням інформації з двох видів таблиць Додатка Б. Результати представлені в таблиці 4.5. Як видно з даних таблиці 4.5 основний вклад в забруднення атмосфери вносять практично одні і ті ж джерела викидів.

Отже, що стосується забруднення атмосфери діоксидом титану, уайт-спіритом, сольвент-нафтою і карбонатом кальцію, то основний вклад вносять джерела № 8 і 9, які відносяться до основного виробництва,



знаходяться в цеху емалей (замісочний відділ), а речовини виділяються при завантаженні реагентів і замісі пігментної пасти.

Таблиця 4.5 - Характеристика джерел викидів, які вносять основний вклад у формування найбільших значень максимальних приземних концентрацій (См) для забруднюючих речовин

№ з/п	Найменування речовини	Найбільші значення См в частках ГДК <sub>мр</sub>	Номер джерела, що вносить найбільший вклад	Виробництво і характеристика джерела виділення
1	Титану діоксид	1,002	№ 8, 9	Цех емалей, відділ замісу, завантаження реагентів, заміс пігментної пасти
2	Уайт-спірит	1,218	№ 8, 9	Цех емалей, відділ замісу, завантаження реагентів, заміс пігментної пасти
3	Сольвент нафта	1,788	№ 19	Склад, ємності з сольвентом, зберігання, наливання, злив
			№ 8	Цех емалей, відділ замісу, завантаження реагентів, заміс пігментної пасти
4	Кальцію карбонат	4,651	№ 8, 9	Цех емалей, відділ замісу, завантаження реагентів, заміс пігментної пасти
5	Пил металевий	5,816	№ 27, 28	Ремонтно-механічний цех, верстати металообробні і заточні, обробка металу
			№ 31	Транспортний цех, верстати металообробні, обробка металу
6	Углеводороди С <sub>12</sub> -С <sub>19</sub>	8,936	№ 31	Транспортний цех, ванна з дизпаливом, миття деталей
7	Пил абразивний	9,448	№ 27, 28,	Ремонтно-механічний цех, верстати металообробні і заточні, обробка металу
			№ 31	Транспортний цех, верстати металообробні, обробка металу

Джерела низькі (висотою 2 метри), організовані, холодні, знаходяться недалеко один від одного (приблизно в 9 метрах), що власне і пояснює формування високих рівнів забруднення атмосфери в локальній зоні. В цьому випадку можна запропонувати встановити на цих джерелах спеціальне устаткування для уловлювання твердих часток (для діоксиду титану та карбонату кальцію), наприклад, рукавні фільтри.

Значні перевищення ГДК<sub>мр</sub> для полів пилю металевого і пилю абразивного, створюють джерела викидів № 27, 28 (ремонтно-механічний цех) і № 31 (транспортний цех), де розташовані верстати металообробні і заточні станки та на яких здійснюється обробка металу. Обидва ці цехи відносяться до допоміжного виробництва. Джерела № 27 і 31 неорганізовані, тому можна відразу запропонувати розглянути питання про їх закриття і організувати необхідні процеси обробки металу в одному, а не в трьох місцях. Причому така можливість на підприємстві «Елакс» є, оскільки джерело № 28 організовано, має пилоосаджувальну камеру з ефективністю явно недостатньою (50 відсотків). Тому можна встановити ефективніші пиловловлювачі або проаналізувати доцільність проведення процесу обробки металів на території промислової ділянки.

Перевищення ГДК<sub>мр</sub> у більш ніж 8 разів для вуглеводнів граничних (C<sub>12</sub>-C<sub>19</sub>) формує єдине неорганізоване джерело № 31, яке знаходиться в транспортному цеху (ванна з дизпаливом), де проводять миття деталей. Відповідно в першу чергу необхідно розглянути можливість ліквідації цього джерела.

Підводячи підсумки цього етапу роботи, можна сказати, що головна причина виявлених порушень встановлених законодавчих норм, швидше за все, полягає у недостатній увазі, яке керівництво підприємства уділяє допоміжному структурному підрозділу виробництва та використанні досить застарілих технологій і підходів до організації виробництва.

Далі були проаналізовані поля максимальних приземних концентрацій з точки зору розмірів виявлених зон значного перевищення ГДК<sub>мр</sub> по відношенню до нормативної санітарно-захисної зони (СЗЗ).

Згідно [10], розмір нормативної санітарно-захисної зони для підприємства «Елакс» складає 300 метрів від крайніх джерел викидів забруднюючих речовин. На полях максимальних приземних концентрацій (Додаток Б) нанесено розташування нормативної СЗЗ, що істотно полегшило аналіз і дозволило наочніше представити результати розрахунків.

Аналіз розмірів зон забруднення приземного шару атмосфери для тих речовин, де розрахунком були встановлені перевищення ГДК<sub>мр</sub>, виявив наступне:

- усі мають невеликі розміри, радіус яких змінюється від декількох десятків до сотні метрів;
- ситуаційно знаходяться усередині території промислової ділянки і не виходять за межі нормативної СЗЗ.

На останньому етапі дослідження полів максимальних приземних концентрацій, які створюють джерела викидів «Елакс», був проведений аналіз несприятливих метеорологічних умов (НМУ), який дозволив встановити, що в цілому для підприємства небезпечним є вітер північного напрямку, а небезпечна швидкість вітру - 2 м/с і штильові умови.

## ВИСНОВКИ

У рамках написання бакалаврської кваліфікаційної роботи проведено вивчення міри забруднення приземного шару атмосфери, яке створюється викидами, що знаходяться на території підприємства «Елак».

В результаті аналізу даних інвентаризації джерел викидів, було встановлено, що практично усі вони, окрім відкритої стоянки автомобілів, є стаціонарними - організованими і неорганізованими. На території "Елак" функціонувало 31 стаціонарне джерело викидів, з яких 25 - організовані, а 6 - неорганізовані. При роботі джерел в атмосферу виділялося 18 забруднюючих речовин (у восьми з яких фактична потужність викиду більше 1 тонни в рік, інші десять викидають незначну кількість). В атмосферу від усіх стаціонарних джерел викидів підприємства поступає 22,721 тонни забруднюючих речовин в рік.

Розрахунок полів забруднення атмосфери проводився з використанням автоматизованої системи розрахунку «ЕОЛ 2000».

Для прискорення і спрощення розрахунків приземних концентрацій на підприємстві «Елак» відповідно до вимог [6] розглядалися тільки ті з шкідливих речовин, які пройшли перевірку за критерієм Ф. З вісімнадцяти забруднюючих речовин, які викидають джерела підприємства, необхідно розрахувати поля максимальних приземних концентрацій тільки для тринадцяти із загального списку.

Провівши аналіз отриманих тринадцяти полів розсіювання забруднюючих речовин, які викидають джерела підприємства, можна зробити наступні висновки.

По-перше, аналіз найбільших значень максимальних приземних концентрацій, які створюють джерела викидів кожного з тринадцяти забруднюючих речовин, дозволили поля поділити на дві групи.

У першу були віднесені ті, де навіть найбільші значення максимальних приземних концентрацій не перевищували ГДК<sub>мр</sub>, а до другої увійшли ті, де були зафіксовано перевищення ГДК<sub>мр</sub> з різною мірою.

Отже, джерела викидів шести забруднюючих речовин (ангідрид фталевий, акролеїн, азоту двоокис, 2,2-диметилпропандиол, ксилол та заліза окисли), не формують в приземному шарі атмосфери за несприятливих умов концентрації, що перевищують ГДК<sub>мр</sub>. Тому для джерел викидів цих речовин можна встановити нормативи на рівні їх фактичного викиду.

Що стосується другої групи полів (з перевищенням ГДК<sub>мр</sub>), то тут виявили досить широкий діапазон перевищення нормативів якості атмосфери (від 1.002 ГДК<sub>мр</sub> для діоксиду титану до 9,448 ГДК<sub>мр</sub> для пилу абразивного). Перевищення на полях максимальних приземних концентрацій були виявлені для семи забруднюючих речовин. З цього виходить, що необхідно підприємству «Елакс» розробити і реалізувати заходи по зниженню викидів від тих джерел, які викидають в атмосферне повітря такі речовини як: титану діоксид, уайт-спірит, сольвент-нафта, кальцію карбонат, пил металевий, вуглеводні граничні C<sub>12</sub>-C<sub>19</sub> і пил абразивний.

Тому на наступному етапі роботи, для семи вищезгаданих забруднюючих речовин, був проведений детальніший аналіз характеристик їх джерел викидів. Виявилось, що основний вклад в забруднення атмосфери вносять практично одні і ті ж джерела викидів.

Отже, що стосується забруднення атмосфери діоксидом титану, уайт-спіритом, сольвент-нафтою і карбонатом кальцію, то основний вклад вносять джерела № 8 і 9, які відносяться до основного виробництва, знаходяться в цеху емалей (замісочний відділ), а речовини виділяються при завантаженні реагентів і замісі пігментної пасти. Джерела низькі (висотою 2 метри), організовані, холодні, знаходяться недалеко один від одного (приблизно в 9 метрах), що власне і пояснює формування високих рівнів забруднення атмосфери в локальній зоні. В цьому випадку можна

запропонувати встановити на цих джерелах спеціальне устаткування для уловлювання твердих часток, наприклад рукавні фільтри.

Значні перевищення ГДК<sub>мр</sub> для полів пилу металевого і пилу абразивного, створюють джерела викидів № 27, 28 (ремонтно-механічний цех) і № 31 (транспортний цех), де розташовані верстати металообробні і заточні і на яких здійснюється обробка металу. Обидва ці цехи відносяться до допоміжного виробництва. Джерела № 27 і 31 неорганізовані, тому можна відразу запропонувати розглянути питання про їх закриття і організувати необхідні процеси обробки металу в одному, а не в декількох місцях. Причому така можливість на підприємстві «Елакс» є, оскільки джерело № 28 організоване, має пилоосаджувальну камеру з ефективністю явно недостатньою (50 відсотків). Тому можна встановити ефективніші пиловловлювачі або проаналізувати доцільність проведення процесу обробки металів на території підприємства з подальшою їх ліквідацією.

Перевищення ГДК<sub>мр</sub> у більш ніж 8 разів для вуглеводнів граничних (C<sub>12</sub>-C<sub>19</sub>) формує єдине неорганізоване джерело № 31, яке знаходиться в транспортному цеху (ванна з дизпаливом), де проводять миття деталей. Відповідно в першу чергу необхідно розглянути можливість ліквідації цього джерела.

Підводячи підсумки цього етапу роботи, можна сказати, що головна причина виявлених порушень встановлених законодавчих норм, швидше за все, полягає у недостатній увазі, яке керівництво підприємства уділяє допоміжному структурному підрозділу виробництва та використанні досить застарілих технологій і підходів до організації виробництва.

Також були проаналізовані поля максимальних приземних концентрацій з точки зору розмірів виявлених зон значного перевищення ГДК<sub>мр</sub> по відношенню до нормативної санітарно-захисної зони (СЗЗ), що дозволило встановити наступне:

- усі мають невеликі розміри, радіус яких змінюється від декількох десятків до сотні метрів;

- ситуаційно знаходяться усередині території підприємства і не виходять за межі нормативної СЗЗ.

На останньому етапі дослідження полів максимальних приземних концентрацій, які створюють джерела викидів «Елакс», був проведений аналіз несприятливих метеорологічних умов (НМУ), який дозволив встановити, що в цілому для підприємства небезпечним є вітер північного напрямку, а небезпечна швидкість вітру - 2 м/с та штильові умови.

Отже, виробнича діяльність «Елакс» впливає негативно на атмосферне повітря міста Одеса в районі розташування цього підприємства. Джерела викидів 7 забруднюючих речовин формують локальні зони забруднення з різними ступенями перевищеннями ГДК<sub>мр</sub> (від 1.002 до 9.448). І хоча їх шкідливий вплив не виходить за межі нормативної СЗЗ, підприємству необхідно негайно розробити і провести природоохоронні заходи, які дозволять здійснювати виробничу діяльність у рамках законодавства України.

## ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Климат Одессы // Под ред. Л.К. Смекаловой, Ц.А. Швер. Ленинград. Гидрометеиздат, 1986. 173 с.
2. Одесса: город – агломерация – портово - промышленный комплекс // Под общ.ред. А.Г. Топчиева. Одесса: АО БАХВА, 1994. с.52.
3. Алисов Б.П. Климат СССР. Изд-во МГУ, 1956. 126 с.
4. Програма "Чисте повітря м. Одеси". URL: <http://www.nas.gov.ua/publications/news/923/> (дата звернення: 19.04.2019).
5. Інструкція про загальні вимоги до оформлення документів, у яких обґрунтовуються обсяги викидів, для отримання дозволу на викиди забруднюючих речовин в атмосферне повітря стаціонарними джерелами для підприємств, установ, організацій та громадян-підприємців. Затверджено Наказом Міністерства охорони навколишнього природного середовища України 09.03.2006 N 108. Офіційний вісник України. 2006. №13/14. Ст.916.
6. Методика расчета концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий (ОНД – 86). Ленинград. Гидрометеиздат , 1987. 92 с.
7. Гранично допустимі концентрації (ГДК) забруднюючих речовин в атмосферному повітрі населення місць, затверджені наказом МОЗ від 15.05.1997 року № 8. URL: <http://www.nas.gov.ua/zakon1.rada.gov.ua/cgi-bin/laws/main.cgi> (дата звернення: 24.04.2019)
8. Інструкція автоматизированного комплекса «ЭОЛ 2000» (для пользователя).



9. Строительные нормы и правила . Строительная климатология и геофизика. СНиП 2.01.01. - 82. База нормативной документации. URL: <http://www.nas.gov.ua/complexdoc> (дата звернення: 2.05.2019).

10. Державні санітарні правила планування та забудови населених пунктів/ Затверджено наказом Міністерства охорони здоров'я в Україні № 173 від 19.07.1996 р. (Із змінами, внесеними згідно з Наказами Міністерства охорони здоров'я № 653 від 31.08.2009 ). URL: <http://www.nas.gov.ua/zakon1.rada.gov.ua/cgi-bin/laws/main.cgi> (дата звернення: 6.05.2019).

11. Отчет о проведении инвентаризации выбросов загрязняющих веществ в атмосферу от стационарных источников ОАО «ЭЛАКС» Разработан УкрНИИМФ на основании договора от 8 июня 2014 г. Одесса, 2014. 92 с.

12. Інструкція про зміст та порядок складання звіту проведення інвентаризації викидів забруднюючих речовин на підприємстві. Затверджено наказом Мінекобезпеки України від 10 лютого 1995 р. №7. URL: <http://www.nas.gov.ua/zakon1.rada.gov.ua/laws/main.cgi> (дата звернення: 8.05.2019).

ДОДАТОК

## ДОДАТОК А

Таблица А.1 - Характеристика джерел викидів підприємства «Елакс»

№ источ.	Наименование источника	Высота источника, м	Диаметр источника, м	Координаты источника				Параметры ПГВС			Вещество		Выходные данные для определения величины выбросов			Определенная мощность выбросов, г/с ----- т/год	Методика определения показателей	
				точечного/ нач. линейн./ центр симетр. плоскостного		конца линейн./ ширина и длн. плоскостного		Угол повор. плос. ист. относительно ОХ  /град/	Объем м³/с	Скорость м/с	Температура °С	Код	Наименование	Факт г/с	Проектные г/с ----- т/год			Расчетные г/с ----- т/год
				X	Y	X	Y											
1	Труба	15,0	0,55	361,0	477,0				2,3	9,6808	140,0	616	Ксилол	0,14	— ----- —	— ----- 2,008	0,14 ----- 2,008	[12]
												1301	Акролеин	0,063	— ----- —	— ----- 1,079	0,063 ----- 1,079	
												1508	Ангидрид фталевый (пары, аэрозоль)	0,19	— ----- —	— ----- 3,303	0,19 ----- 3,303	
												10582	2,2-Диметилпропандиол	0,13	— ----- —	— ----- 2,175	0,13 ----- 2,175	
2	Труба	10,0	0,6	369,0	476,0				1,6	5,6588	45,0	616	Ксилол	0,045	— ----- —	— ----- 0,57	0,045 ----- 0,57	[12]
												2750	Сольвент нафта	0,084	— ----- —	— ----- —	0,084 ----- —	

													—	0,96	0,96	
										2752	Уайт-спирит	0,16	—	—	0,16	
													—	1,85	1,85	
3	Труба	6,0	0,4	376,0	490,0			0,85	6,7641	25,0	616	Ксилол	0,013	—	0,013	[12]
													—	0,0059	0,0059	
											2750	Сольвент нефта	0,028	—	0,028	
													—	0,013	0,013	
											2752	Уайт-спирит	0,051	—	0,051	
													—	0,024	0,024	
4	Труба	5,0	0,05	370,0	500,0			0,001	0,51	25,0	616	Ксилол	—	0,00056	0,00056	[7]
													—	0,0072	0,0072	
5	Труба	5,0	0,05	372,0	497,0			0,001	0,51	25,0	2750	Сольвент нефта	—	0,004	0,004	[7]
													—	0,054	0,054	
6	Труба	5,0	0,05	374,0	502,0			0,001	0,51	25,0	2752	Уайт-спирит	—	0,0035	0,0035	[7]
													—	0,052	0,052	
7	Труба	3,0	0,05	382,0	495,0			0,001	0,51	25,0	616	Ксилол	—	0,00017	0,00017	[7]
													—	0,003	0,003	