

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет природоохоронний
Кафедра екології та
охорони довкілля

Кваліфікаційна робота бакалавра

на тему: Дослідження забруднення повітряного басейну міста Таврійськ (Херсонська область), що створюють джерела викидів відокремленого структурного підрозділу Каховської дистанції колії №16

Виконав студент групи Е-20і
спеціальності 101- Екологія
Черемисін Гліб Сергійович

Керівник ст. викладач
Чернякова Оксана Іванівна

Консультант д.т.н., професор
Чугай Ангеліна Володимирівна

Рецензент ст. викладач
Тимощук Марина Олександрівна

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет природоохоронний

Кафедра екології та охорони довкілля

Рівень вищої освіти бакалавр

Спеціальність 101-Екологія

(шифр і назва)

Освітньо-професійна програма екологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування

(назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри екології та охорони довкілля

Сафранов Т.А.

« 02 » березня 2022 року

З А В Д А Н Н Я
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ БАКАЛАВРА

Студенту(ці) Черемисіну Глібу Сергійовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: Дослідження забруднення повітряного басейну міста Таврійськ (Херсонська область), що створюють джерела викидів відокремленого структурного підрозділу Каховської дистанції колії №16

Керівник роботи Чернякова Оксана Іванівна

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

затверджені наказом закладу вищої освіти від 21 грудня 2021 року № 267-С

2. Строк подання студентом роботи « 08 » червня 2022 року

3. Вихідні дані до роботи: Основні кліматичні характеристики міста Херсон. Характеристики стаціонарних джерел викидів забруднюючих речовин, які отримані в результаті проведеної на підприємстві інвентаризації у 2019 році.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити): фізико-географічні та кліматичні особливості Херсонської області, характеристика стану атмосферного повітря Херсонської області, методика розрахунку концентрацій в атмосферному повітрі шкідливих

речовин, що містяться у викидах підприємств, характеристика системи «ЕОЛ 2000», характеристика підприємства, як джерела забруднення атмосферного повітря міста Таврійськ, розрахунок та аналіз полів максимальних приземних концентрацій.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень):

- 1) Карта – схема місцезнаходження Херсонської області на карті України (1 рис.)
- 2) Карта Херсонської області (2 рис.)
- 3) Місцезнаходження Каховської дистанції колії №16 (1 рис.)
- 4) Ситуаційна карта-схема території Відокремленого структурного підрозділу Каховської дистанції колії №16 (1 рис.)
- 5) У Додатках: Поля максимальних приземних концентрацій (11 рис.)

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Розділ 1	Чугай А.В., декан ПОФ		
		02.03.22	02.03.22
Розділ 2	Чугай А.В., декан ПОФ		
		12.03.22	12.03.22
Розділ 6	Чугай А.В., декан ПОФ		
		21.05.22	21.05.22

Дата видачі завдання « 02 » березня 2022 року

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Термін виконання етапів роботи	Оцінка виконання етапу	
			у %	за 4-х бальною шкалою
1	Початок підготовки КРБ Пошук літературних джерел для написання розділу 1 – «Фізико-географічні та кліматичні особливості Херсонської області».	02.03.22-	90	5 (відмінно)
		11.03.22		
2	Пошук літературних джерел для написання розділу 2 – «Характеристика стану атмосферного повітря в Херсонській області».	12.03.22-	90	5 (відмінно)
		20.03.22		
	Продовження підготовки КРБ Пошук літературних джерел для написання розділу 3 та 4 – «Методика розрахунку концентрацій в атмосферному повітрі шкідливих речовин, що містяться у викидах підприємств» та «Характеристика системи «ЕОЛ 2000»	12.05.22-	90	5 (відмінно)
		15.05.22		
	Рубіжна атестація	16.05.22-	90	5 (відмінно)
		20.05.22		
3	<u>Написання розділу 5 та 6 – «Характеристика підприємства, як джерела забруднення атмосферного повітря міста Таврійськ» та «Розрахунок та аналіз полів максимальних приземних концентрацій».</u>	21.05.22-	90	5 (відмінно)
		27.05.22		
4	Узагальнення отриманих результатів. Складення висновків та переліку посилань. Підготовка презентаційних слайдів.	28.05.22-	-	-
		07.06.22		
5	Подання роботи на перевірку керівнику. Встановлення ступеня оригінальності. Оформлення протоколу і висновків.	08.06.22-	-	-
		11.06.22		
6	Складення авторського договору. Подання КРБ на перевірку завідувачу кафедри, в деканат для перевірки, підготовки подання і наказу про допуск до захисту. Рецензування роботи.	12.06.22-	-	-
		15.06.22		
Інтегральна оцінка виконання етапів календарного плану (як середня по етапам)			90,0	

(до десятих)

Студент

(підпис)

Черемисін Г.С.

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

(підпис)

Чернякова О.І.

(прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

Дослідження забруднення повітряного басейну міста Таврійськ (Херсонська область), що створюють джерела викидів відокремленого структурного підрозділу Каховської дистанції колії №16. Г.С. Черемисін

Актуальність теми дослідження Наявність промислових джерел обумовлює значне навантаження на повітряний басейн міста. Саме тому дослідження відносно оцінки антропогенного навантаження на повітряний басейн 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 підприємства «Відокремлений структурний підрозділ Каховська дистанція колії №16» на якість атмосферного повітря. Для досягнення цієї мети необхідно вирішити наступні задачі: дати загальну характеристику фізико-географічним та кліматичним особливостям Херсонської області, провести аналіз параметрів джерел викидів підприємства, розрахувати та проаналізувати поля максимальних приземних концентрацій забруднюючих речовин, що надходять у повітря в результаті виробничої діяльності підприємства.

Об'єктом дослідження є якість атмосферного повітря міста Таврійськ, а *предметом дослідження* – вивчення рівнів забруднення атмосфери, що створюють джерела викидів підприємства.

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 штиль та слабкий вітер практично при всіх напрямках. Виробнича діяльність впливає негативно на атмосферне повітря міста Таврійськ в районі його розташування. Джерела викиду пилу неорганічного та пилу деревини формують зони забруднення, які перевищують нормативні розміри СЗЗ по окремим напрямках від 30 до 100 метрів. Тому підприємству необхідно розробити і провести природоохоронні заходи, які дозволять здійснювати виробничу діяльність у рамках законодавства України.

Структура і обсяг роботи. Робота складається із вступу, шести розділів, висновків, переліку посилань (17 найменувань) Робота містить 9 таблиць, 11 рисунків. Загальний обсяг роботи – 70 сторінок.

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

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ.....	7
ВСТУП	8
1 ФІЗИКО – ГЕОГРАФІЧНІ ТА КЛІМАТИЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ХЕРСОНСЬКОЇ ОБЛАСТІ.....	10
2 ХАРАКТЕРИСТИКА СТАНУ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ ХЕРСОНСЬКОЇ ОБЛАСТІ.....	18
3 МЕТОДИКА РОЗРАХУНКУ КОНЦЕНТРАЦІЙ В АТМОСФЕРНОМУ ПОВІТРІ ШКІДЛИВИХ РЕЧОВИН, ЩО МІСТЯТЬСЯ У ВИКИДАХ ПІДПРИЄМСТВ.....	26
4 ХАРАКТЕРИСТИКА СИСТЕМИ «ЕОЛ 2000».....	35
5 ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ВІДОКРЕМЛЕНОГО СТРУКТУРНОГО ПІДРОЗДІЛУ КАХОВСЬКА ДИСТАНЦІЯ КОЛІЇ №16, ЯК ДЖЕРЕЛА ЗАБРУДНЕННЯ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ.....	44
6 РОЗРАХУНОК ТА АНАЛІЗ ПОЛІВ МАКСИМАЛЬНИХ ПРИЗЕМНИХ КОНЦЕНТРАЦІЙ	55
ВИСНОВКИ	64
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ.....	67
ДОДАТКИ	70

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ,
СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ

- ВВП- валовий внутрішній продукт
ГДК- гранично допустима концентрація
ГДК_{мр}- максимальна разова гранично допустима концентрація
ЗР - забруднююча речовина
КРБ - кваліфікаційна робота бакалавра
КТО - котел трубчастий опалювальний
НМУ - несприятливі метеорологічні умови
НСІ - носій системної інформації
ОБРД- орієнтовно безпечні рівні дії
ПАТ- публічне акціонерне товариство
ПГОУ- пилогазоочисне устаткування
ПГПС - пило газоповітряна суміш
ПЗФ- природно-заповідний фонд
ПММ - паливно-мастильні матеріали
СЗЗ- санітарно-захисна зона
ТЕЦ – теплоелектроцентраль

ВСТУП

Обґрунтування вибору теми дослідження. Наявність промислових джерел обумовлює значне навантаження на повітряний басейн міста, одним з яких і є Таврійськ. Таврійськ є не великим містом України. В даному місті не дуже багато підприємств, які спричиняють вплив на повітряний басейн. В даному місті відсутні пости спостереження за станом атмосферного повітря. Саме тому оцінка антропогенного навантаження на повітряний басейн Таврійська відносяться до актуальних проблем.

Зв'язок з науковою тематикою кафедри. Кваліфікаційна робота бакалавра 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 підприємства «Відокремлений структурний підрозділ Каховська дистанція колії №16 Одеської залізниці» на якість атмосферного повітря у тій частині міста Таврійськ, де воно розташоване. Для досягнення цієї мети необхідно вирішити наступні *задачі*: дати загальну характеристику фізико-географічним та кліматичним особливостям Херсонської області, 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 «Відокремлений структурний підрозділ Каховська дистанція колії №16 Одеської залізниці».

Об'єктом дослідження є якість атмосферного повітря міста Таврійськ, а *предметом дослідження* – вивчення рівнів забруднення атмосфери, що створюють джерела викидів підприємства «Відокремлений структурний підрозділ Каховська дистанція колії №16 Одеської залізниці».

Методи дослідження. При виконанні кваліфікаційної роботи бакалавра 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 кваліфікаційної роботи бакалавра від збору інформації, обробки та інтерпретації інформації, студентом виконано самостійно.

Структура і обсяг роботи. Робота складається із вступу, шести розділів, висновків, переліку посилань (17 найменувань) Робота містить 9 таблиць, 11 рисунків. Загальний обсяг роботи – 70 сторінок.

1 ФІЗИКО-ГЕОГРАФІЧНІ ТА КЛІМАТИЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ХЕРСОНСЬКОЇ ОБЛАСТІ

Херсонська область - знаходиться у південній частині України у межах Причорноморської низовини. На північному заході межує з Миколаївською, на півночі - з Дніпропетровською, на сході - з Запорізькою областями України, на півдні по Сивашу і Перекопському перешийку - з Автономною Республікою Крим. Утворена 30 березня 1944 року [1].

Територія 28,5 тис. км² (4,7% від території України). Херсонщина за площею займає сьоме місце серед інших областей України. Територією області проходить державний кордон протяжністю 458 км (350 км Чорним і 108 км Азовським морями). Відстань від Херсона до Києва залізницею - 664 км, шосейними дорогами - близько 600 км (рис.1.1).



Рисунок 1.1 - Місцезнаходження Херсонської області на карті України [2]

Херсонська область розміщена у степовій зоні Східно-Європейської рівнини в нижній течії Дніпра (рис.1.2). З заходу на схід територія області простягається на 258 км, з півдня на північ - майже на 180 км. Крайніми пунктами Херсонської області є: на півночі - село Федорівка Бериславського району, на півдні - прикордонний пункт Чонгар Генічеського району, на заході - мис Середній на півострові Ягорлицький Кут у Скадовському районі і на сході - село Новий Азов Генічеського району. Омивається Чорним і Азовським морями, а також Сивашем (Гнилим морем). На території області протікає 19 річок, найбільші з яких: Дніпро - довжиною 178 км, Інгулець - довжиною 180 км. На території Херсонської області знаходиться найбільша в Європі пустеля [1].



Рисунок 1.2 - Карта Херсонської області [3]

У рельєфі Херсонської області виділяють такі складові частини: Бузько-Дніпровська, Токматська, Асканійсько-Мелітопольська, Нижньодніпровська рівнини та Присиваська низовина.

Бузько-Дніпровська лісова рівнина займає всю правобережну частину Херсонської області та нешироку смугу на лівому березі Дніпра вздовж Каховського водосховища. Вона має найбільші абсолютні позначки висот та слабкий ухил на південь до узбережжя Чорного моря. Будова поверхні відрізняється незначною розчленованістю, широкими водо роздільними плато Інгульця та Дніпра на півночі та Південного Бугу та Дніпра на півдні. Долини цих річок урізані неглибоко. Коливання відносних висот на півночі становить 50-80 м, а на півдні — 20-30 м [1].

Токматська слабо ухильна лісова рівнина займає лівобережну південну частину Херсонської області. Її південним кордоном є слабо-виражений уступ лінією Каховка — Іванівка до Асканійсько-Мелітопольської терасової рівнини. У геологічно-тектонічному відношенні вона розташована на південному схилі Українського кристалічного щита до Причорноморської западини, де поверхня фундаменту поступово знижується. На півдні рівнини поверхні докембрійських відкладень заглиблюються до 600 м. Тільки їх краї порізані ярами та балками, а на вододілових просторах ідеальну рівнинність порушують піди — замкнені зниження різних розмірів та форм. Абсолютні позначки поверхні становлять 60-70 м.

Асканійсько-Мелітопольська тераса рівнина є продовженням на південь Токмацької. Її південний кордон проходить корінною частиною Перекопського перешийка, далі трохи на північ узбережжям Сиваша до Генічеська. На заході вона проходить лінією Каховка — Хорли, а на сході виходить за межі області. На сході рівнини найпоширенішим є рівнинно-лощинний тип рельєфу. Лощини, як і піди, неглибокі і мало помітні. У центральній частині цієї рівнини на широкому водо роздільному просторі багато ледь помітних замкнутих подів

просадочного походження. На півночі різко виділяються в рельєфі Дмитровський та Сірогозький розділи, на схилах яких відбувається досить інтенсивне площинне змивання. Північно-східна частина рівнини дронується верхів'ями балок Великий Утлюк та Малий Утлюк і виділяється як район дренованого яружно-балкового типу з широкими стрімчастими вододілами.

Нижньодніпровська терасова-дельтова рівнина за природними умовами найбільш різко виділяється серед усіх областей степової зони України. Геологічну основу сучасного рельєфу цієї території створюють алювіально-дельтові піщані відкладення, лісоподібні супіщані суглинки, які залягають на розмитих, різноманітних за літологічним складом відкладах неогену: вапняково-мергельних утвореннях меотису, понтичних вапняків і піщано-глінярів. Орографічна рівнина ділиться на два рівні - північно-східний з абсолютними відмітками висот 40-50 м і південно-західний з висотами 3-5 м.

Плавні Дніпра від Нової Каховки до Дніпровського лиману добре виражені у рельєфі. Вони поступово розширюються від 2-3 до 10-12 км. Висота плавнів над рівнем Дніпра змінюється від 2-2,5 м біля Нової Каховки до 1 м біля Херсона. Нижньодніпровські плавні надзвичайно порізані протоками та рукавами. Часто зустрічаються озера різних розмірів та змін. Нижче за Херсон русло річки поділяється на численні русла, створюючи сучасну дельту. Від Нової Каховки до Кінбурнської коси поруч із плавнями Дніпра та Дніпровським лиманом протягом 150 км розташовані 7 великих піщаних масиву-арен, відділених один від одного вузькими супіщаною-суглинковими пониженнями. До плавнів Дніпра безпосередньо примикають 5 з них - Каховська, Козаче-Лагерна, Олешківська, Збур'євська та Іванівська [4].

Присиваська низовина займає південну найбільш знижену область Причорноморської низовини, відокремлену від Кримського півострова Сивашем. Загальні риси її геолого-геоморфологічної будови виділяються становищем у межах западини до Кримського передгірного прогину.

Кристалічний фундамент опущений на велику глибину і покритий потужною товщею палеозойських, мезозойських та кайнозойських відкладень [4].

Херсонська область розташована в континентальній області кліматичної зони помірних широт і характеризується помірно-континентальним кліматом з м'якою малосніжною зимою та спекотним посушливим літом. Основні риси такого клімату формуються під впливом загальних та місцевих кліматоутворюючих факторів, головними з яких є величина сонячної радіації, атмосферна циркуляція та характер підстилаючої поверхні.

Територія знаходиться в межах помірною поясу освітленості приблизно на 46° пн. ш. Цим визначається величина угла падіння сонячних променів на земну поверхню: приблизно від 22° у період зимового сонцестояння до 44° у дні рівнодення, та до 67° за годину літнього сонцестояння. У межах області сумарна сонячна радіація складає $4700 - 4900$ МДж/м² і змінюється за сезонами та з півночі на південь. Річна сума радіаційного балансу складає 2000 МДж/м² на півночі, 2200 МДж/м² – у центрі та 2250 МДж/м² – на півдні області. Найнижча температура в області спостерігається у січні. Середньомісячна температура січня становить на півночі – $4,5$ °С, у центрі – $3,5-4$ °С, на півдні – 3 °С.

Починаючи з березня, температура повітря на тлі частих знижень починає зростати, спочатку поступово, потім інтенсивніше, особливо в квітні. Найтепліший місяць – липень. Температура повітря в липні від $+22^\circ\text{C}$ на північному заході до $+23^\circ\text{C}$ на більшості території. Максимальна температура $+40$ °С. Восени спостерігається поступовий спад температури повітря.

Загальна кількість опадів на території області невелика, становить $355 - 440$ мм на рік. Розподіл опадів по території нерівномірний. Найбільше їх випадає на півночі правобережжя Херсонщини ($400-430$ мм), найменше - у приморській смузі (менш як $300 - 325$ мм) на рік [5].

Коефіцієнт зволоження 0,3, тобто випаровуваність вища від кількості опадів. Більшість опадів випадає в теплий період року, особливо влітку у вигляді злив. Сніговий покрив у межах області нестійкий і на створення запасу вологи в ґрунті не впливає. Для Херсонщини характерні щорічні тривалі бездощові періоди, результатом яких є посухи.

Протягом року змінюється напрям та швидкість вітру. Пізньої осені, зимою і на початку весни переважають північні, північно-східні та східні вітри, влітку – вітри західного напрямку. Середня швидкість вітру на Херсонщині значна і становить від 3,5 до 5 м/с – більша, ніж в Україні (3 - 4 м/с). Літом часто спостерігається суховій. Його показниками є висока температура повітря - вище 25°C, низька відносна вологість, велика швидкість вітру. При значній тривалості суховій дуже висушує ґрунт [5].

Природно-заповідний фонд Херсона налічує 10 заповідних об'єктів. По ступеню значення в масштабах національної мережі усі вони відносяться до числа об'єктів місцевого значення, об'єктів природно-заповідного фонду (ПЗФ) загальносвітового та національного значення в межах міста немає. З 10 заповідних об'єктів Херсона 6 належать до категорії «пам'ятки природи», 4 – «пам'ятки садово-паркового мистецтва». Усі пам'ятки природи Херсона відносяться до типу «ботанічних», це окремі меморіальні вікові дерева.

До ПЗФ Херсона також входять Ботанічний сад Херсонського державного університету, Дендропарк аграрного університету, Дендропарк Науково-дослідного інституту землеробства південних регіонів, парк Херсонського обласного ліцею [6].

Херсонська область належить до регіонів з повільним рівнем розвитку. До цього типу також належать Сумська, Вінницька, Кіровоградська та Чернігівська області. Дамо стисло характеристику спільних рис областей та місце Херсонщини серед регіонів цього типу.

По перше, спостерігається скорочення населення, що характерне для більшості областей України. Цей показник у розрахунку на 1000 осіб наявного населення в Херсонській області склав - 8,3 особи, Вінницькій – -9,2, Сумській – -9,4, Кіровоградській – -9,9, Чернігівській – -13,1, при середньо українському показнику – -4,7 особи.

По друге, це нижчий середнього рівень урбанізації. Частка міського населення в Херсонській області становила 61,3%, а в областях такого типу – від 51,2% у Вінницькій до 68,9% у Сумській, середній показник по Україні – 69,3%.

По третє - низька щільність населення – від 31,5 особи на 1 кв.км у Чернігівській області до 58,9 особи на 1 кв.км у Вінницькій області, в Херсонській області – 37 осіб на 1 кв.км, загальнодержавний показник – 70,3 особи.

Також в економіці областей домінує частка сфери послуг (понад 40%).

Характерна невисока частка областей в загальному обсязі валовий внутрішній продукт (ВВП) України, що коливається у межах від 1,6% (Херсонська область) до 3,1% (Вінницька область).

Зафіксований низький рівень ВВП на 1 особу – від 45532 у Херсонській області (64,8% до середнього показника по Україні – 70233 грн) до 58384 грн (83,1%) у Вінницькій області.

Спостерігається низька питома вага у загальнодержавних обсягах: обсягів капітальних інвестицій – 1,2 – 1,6% (у Вінницькій області – до 3%), обсягів залучених іноземних інвестицій – 0,2 – 1,3%.

Незначна і частка експорту в загальному обсязі експорту по Україні (від 0,6% у Херсонській до 1,7% у Сумській областях, а у Вінницькій області – до 3%) [3].

Загалом низький рівень середньомісячної заробітної плати до середньо-українського показника 8865 грн, який становить 78,9% у

Чернігівській області, 87,9% – у Вінницькій області та 79,6% – у Херсонській області.

В Херсонській області вищий (10,3%), ніж у середньому по Україні (8,8%) рівень безробіття.

Регіони цього типу мають індекс регіонального людського розвитку нижче середнього рівня по Україні (0,65), від 0,61 (найнижчий рівень серед регіонів країни) у Кіровоградській і Чернігівській областях до 0,64 у Сумській та Херсонській області – 0,62 [3].

2 ХАРАКТЕРИСТИКА СТАНУ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ ХЕРСОНСЬКОЇ ОБЛАСТІ

Протягом 2019 р. в атмосферне повітря надійшло 17,8 тис.т забруднюючих речовин від стаціонарних джерел забруднення, що на 43,5 % більше, ніж у 2018 р. За кількістю викидів область посідає 9 місце серед регіонів України. Її частка у сумарних викидах по країні за 2019 р. склала 0,7% загальних викидів України. У порівнянні з іншими областями південного регіону за підсумками 2019 р. область займає десяте місце. Так, Миколаївська область посідає 6 місце (0,5% загальних викидів), Одеська – 14 місце (1,3% загальних викидів) [7].

Шкідливі викиди в повітряний басейн області здійснювали 459 підприємств (рис 2.1) . Від них протягом 2019 р. в атмосферу надійшло 17,8 тис.т забруднюючих речовин (без вуглецю діоксиду), що на 5,4 тис.т (або на 43,5 %) більше, ніж у 2018 р., і склало 38,8 т в середньому на одне підприємство. Найбільша кількість забруднень потрапила в атмосферу від підприємств м. Херсона (4,8 тис.т , або 26,7 % від загальної кількості викидів по області) [7].

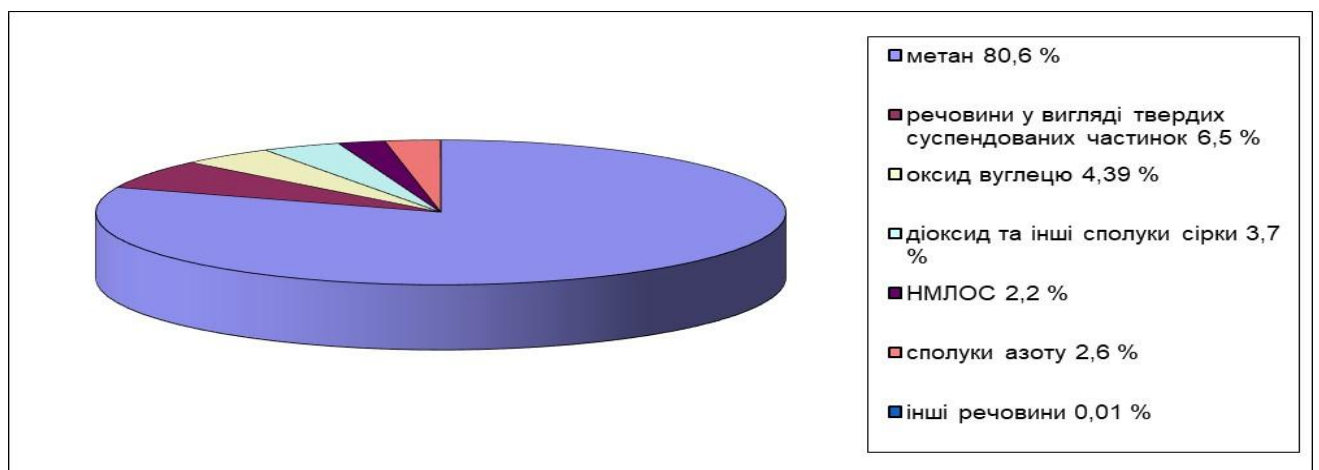


Рисунок 2.1 - Структура викидів забруднюючих речовин від стаціонарних джерел забруднення у 2019 р Херсонської області [7]

Із загальної кількості викидів 83,2% хімічних речовин та їх сполук мають парниковий ефект та негативно впливають на зміну клімату. Зокрема, це викиди метану – 14,4 тис.т та викиди оксиду азоту – 0,5 тис.т. Крім того, в атмосферу надійшло 0,3 млн.т діоксиду вуглецю, який також має парниковий ефект. Щільність викидів від стаціонарних джерел забруднення у розрахунку на квадратний кілометр території області склала 626,3 кг (у 2018 р. – 434,6 кг) забруднюючих речовин [7].

Найбільш забрудненою є територія м. Херсона, де щільність викидів на 1 кв.км становить 11263,97 кг. У розрахунку на одну особу щільність викидів в цілому по області склала 17,3 кг (у 2018 р. – 11,9 кг), Порівняно з попереднім роком збільшення шкідливих викидів в атмосферу відмічалось у 12 районах та містах області, але найсуттєвіше збільшення – у м. Херсон (на 34,9%), м. Каховка (на 47,1%), у Білозерському (на 77,5%), Олешківському (на 70,0 %), Великоолександрівському (на 107,6%) районах.

Основними джерелами забруднення атмосфери в місті Херсон, за інформацією офіційного сайту міської ради: публічне акціонерне товариство (ПАТ) «Херсонська теплоелектростанція (ТЕЦ)» , МКП «Херсонтеплоенерго», ПАТ «Херсонгаз», Державне підприємство «Херсонський морський торговельний порт», меблева фабрика по вул. Філатова, ПАТ «Таврійська будівельна компанія», ПАТ «ЕК «Херсонобленерго»», дочірнє підприємство «Херсонський чавуноливарний завод» та машинобудівний завод, ТОВ «Херсонський ливарний завод», ПАТ Акумуляторний завод «САДА», ПАТ «Херсонський завод гумотехнічних виробів», ПП «Будпласт», філія «ПАТ Укррічфлот «СК Херсонський суднобудівний-судноремонтний завод ім. Комінтерну».

Основними забруднювачами довкілля Херсонської області (табл.2.1), як і у попередні роки, залишаються підприємства, які займаються постачанням електроенергії, газу, пари та кондиційованого повітря (78,3%).

Таблиця 2.1 - Викиди забруднюючих речовин в атмосферне повітря Херсонській області за видами економічної діяльності за 2019 р. (від стаціонарних джерел забруднення) [7]

Вид економічної діяльності	Обсяги викидів		
	тонн	у % до 2018р.	відсотків до загального підсумку
Усі види економічної діяльності	17825,6	144,1	100,0
Сільське, лісове та рибне господарство	902,2	108,5	5,061
Добувна промисловість і розроблення кар'єрів	32,6	113,4	0,183
Переробна промисловість	771,5	76,8	4,328
Постачання електроенергії, газу, пари та кондиційованого повітря	13954,7	190,3	78,285
Водопостачання; каналізація, поводження з відходами	23,1	118,4	0,130
Будівництво	13,7	3,3	0,077
Товарна та роздрібна торгівля; ремонт транспортних засобів і мотоциклів	51,1	83,6	0,287
Транспорт, складське господарство, поштове та кур'єрська діяльність	500,2	67,3	2,806
Тимчасове розміщення й організація харчування	0,1	44,1	0,001
Інформація та телекомунікації	13,2	7709,9	0,074
Фінансова та страхова діяльність	4,5	100,2	0,025
Операції з нерухомим майном	0,8	84,5	0,004
Професійна, наукова та технічна діяльність	296,9	81,8	1,666
Діяльність у сфері адміністративного та допоміжного обслуговування	63,9	69,1	0,358
Державне управління й оборона; обов'язкове соціальне страхування	702,2	78,3	3,939
Освіта	260,2	85,6	1,460
Охорона здоров'я та надання соціальної допомоги	217,8	83,8	1,222
Мистецтво, спорт, розваги та відпочинок	16,9	295,2	0,095
Надання інших видів послуг	0,0	1,5	0

При зменшенні обсягів виробництва маємо зростання загального обсягу викидів за рахунок збільшення викидів від автотранспорту.

На рисунку 2.2 наведена динаміка загального викиду забруднюючих речовин в атмосферне повітря по Херсонській області [7], яка дозволяє проаналізувати ситуацію за досить тривалий період часу. Загальний викид від стаціонарних джерел з 1996 по 2019 роки змінювався хвилеподібно. Найбільш цікава тенденція за останні дев'ять років (2010 - 2019рр.), коли об'єм викиду набув сталу тенденцію до збільшення приблизно в 3,4 рази, що могло спричинити погіршення якості атмосферного повітря.



Рисунок 2.2 - Динаміка загального викиду забруднюючих речовин в атмосферне повітря по Херсонській області [7]

Лабораторією Херсонського центру з гідрометеорології проводиться моніторинг викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря м. Херсон. Систематичні спостереження здійснюються за стандартною повною програмою щоденно (шість днів на тиждень), крім неділі і святкових днів, на 4-х стаціонарних постах спостережень. Пости знаходяться за адресами: вул. Перекопська, 17, пл. Перемоги, вул. Лавреньова (ст. водоканалу), пр. Ушакова (район залізничного вокзалу). Відбір проб проводиться чотири рази на добу в 01,07,13 та 19 годин по місцевому часу. за такими показниками як завислі речовини (пил), діоксид сірки, оксид вуглецю, діоксид азоту, оксид азоту, фенол, формальдегід.

Найбільш забрудненим місцем міста Херсон по викидам завислих речовин є площа Перемоги, тому що там скупчення автотранспорту та неподалік знаходяться залізничні колії. По забрудненню міста діоксидом азоту лідирує мікрорайон Шуменський, де розташована котельня, і підприємство «Біолог» по переробці поліетиленових відходів. По забрудненню оксидом вуглецю найбільш забрудненою є вул. Перекопська, з інтенсивним рухом важкого і легкового автотранспорту і площа Перемоги.

Аналіз стану атмосферного повітря у м. Херсоні показує, що в останні роки рівень забруднення атмосфери пилом та двоокису сірки майже не змінюється. Забруднення оксидом вуглецю безперервно збільшується і це пов'язано зі зростанням чисельності автомобілів у місті, а особливо на окремих вулицях та площах, де спостерігається велике скупчення автотранспорту. По окремих вулицям та площам міста Херсону в час пік за одну хвилину проходить кілька сотень автомобілів.

Саме ці вулиці і площі мають найбільш забруднене повітря : площа Ганнібала, вул. Потьомкінська (район Центрального ринку), вул. Лавреньова і, особливо, площа Перемоги. Це пояснюється не тільки тим, що через площу йде по суті єдине сполучення центра міста з великими «спальними» районами –

Таврійськими, Північним, Шуменським, а також і тим, що це початок автомобільної магістралі на м. Миколаїв.

На стан повітря в цьому районі впливають промислові та транспортні об'єкти, що знаходяться практично поруч: меблева фабрика, автобусний парк, залізниця. Як відомо, один тепловоз за кількістю викидів еквівалентний 10-15 вантажним автомобілям. Особливо небезпечне тут повітря для здоров'я людей взимку, в холодні безвітряні дні, коли відносно теплі викиди довго знаходяться у приземному шарі. При врахуванні концентрації не окремої речовини, а суми забруднювачів у повітрі, в деякі дні забрудненими є навіть паркові зони міста. У той же час, дніпровські плавні в межах міста, Гідропарк, селище Текстильників мають гарантоване чисте повітря протягом всього року [8].

Найбільшим джерелом забруднення атмосфери міста є транспорт, кількість якого з кожним роком збільшується. Це вантажний, власний та громадський транспорт. Автотранспорт дає 70% усіх токсичних викидів в атмосферу. Загальні викиди токсичних речовин залежать від потужності і типу двигуна, режиму його роботи, технічного стану автомобіля, швидкості руху, стану дороги, якості палива. Серед транспортних засобів за обсягом викидів лідирують автомобілі, а саме автотранспорт, що перебуває у приватній власності населення. Решту складають викиди авіаційного, залізничного, водного транспорту та виробничої техніки [7].

Основними токсичними інгредієнтами, якими забруднюється повітря під час експлуатації пересувних джерел: оксид вуглецю, оксиди нітрогену, леткі органічні сполуки, діоксид сульфуру, вуглеводні та речовини у вигляді суспендованих твердих частинок. Решта викидів припадає на метан, бенз(а)пірен та амоніак. Крім того, від пересувних джерел забруднення в атмосферу надходить вуглекислий газ [8].

Стосовно збільшення викидів забруднюючих речовин від пересувних джерел чинниками є також зношеність дорожнього покриття, паливо низької

якості, застарілі двигуни, затори на дорогах, особливо в «часи пік», а також щільна забудова довкола основних транспортних магістралей міста, завантаженість вулиць особистим автотранспортом, незадовільна система громадського транспорту. Зменшення зелених зон призведе до збільшення впливу забруднюючих речовин на організм людини, а також більш швидкий перенос повітряними масами забруднюючих речовин, та збільшення присутності в атмосферному повітрі пилу [8].

На жаль, в м. Херсоні нема прямих спостережень за фотохімічним смогом, але метеорологічні умови міста влітку, характер хімічного забруднення та візуальні спостереження в деяких районах міста вказують на наявність цього вкрай небезпечного для здоров'я людей явища.

При фотохімічному смогу спостерігається поява блакитної димки або туману на вулицях та площах міст. Озон, як дуже сильний окисник, в умовах високої концентрації, за токсичністю перевищує ціаніди та чадний газ. Високі концентрації цього газу, а також його похідного – озоніту вуглецю негативно впливають на дерева та інші рослини.

Радіоекологічний стан Херсонської області є безпечним. На території області відсутні радіаційно-небезпечні об'єкти та території з радіоактивним забрудненням внаслідок Чорнобильської катастрофи. Природний радіаційний фон знаходиться в межах 13-15 мкР/год. На території Херсонської області розташовано 10 організацій та установ, які використовують джерела іонізуючого випромінювання, основним призначенням яких на підприємствах та відомствах області є застосування в контрольно-вимірювальних приладах (дефектоскопах, рівнемірах) і медичному обладнанні [8].

Заходи щодо запобігання, зниження або ліквідації забруднення атмосферного повітря повинні передбачати впровадження сучасних рішень планувального характеру, а також враховувати можливість здійснення ефективних рішень технологічного, санітарно-технічного та організаційного

характеру, позитивний вітчизняний та зарубіжний досвід їх використання, включаючи застосування маловідходних технологій, комплексного використання природних ресурсів, споруд та пристроїв для ефективного вловлювання, знешкодження та утилізації шкідливих речовин і приладів для контролю вмісту їх у викидах та атмосферному повітрі.

Основними шляхами зниження забруднення атмосфери міста Херсона є:

- розробка й впровадження ефективних очисних фільтрів;
- застосування екологічно безпечних джерел енергії;
- заборона застосування етилованого бензину;
- використання нейтралізаторів токсичних вихлопів;
- впровадження маловідходних технологій виробництва;
- створення газоуловлювальних установок та пристроїв для технологічних систем та вентиляції;
- розробка технологічного устаткування для нейтралізації вихлопів двигунів внутрішнього згорання;
- створення відповідних санітарно-захисних зон;
- підвищення рівня озеленення урбоекосистеми;
- більш досконале наукове зонування (поточне та перспективне) території міста [8].

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

Норми методики ОНД-86 [9] встановлюють порядок розрахунку концентрацій в атмосферному повітрі шкідливих речовин, які містяться у викидах підприємств. Ці норми повинні дотримуватися при проектуванні підприємств, а також при нормуванні викидів в атмосферу діючих підприємств та тих, які планують чи проводять реконструкцію.

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 $H = 10 \dots 50$ м;
- низькі $H = 2 \dots 10$ м;
- наземні, $H < 2$ м.

У процесі формування викидів шкідливих речовин в атмосферу поля концентрації обчислюють для кожного інгредієнта окремо [9].

Якщо в атмосферному повітрі є кілька N речовин, які затверджені відповідно переліку Міністерством охорони здоров'я [10] 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:

$$q = \frac{C_1}{ГДК_1} + \frac{C_2}{ГДК_2} + \dots + \frac{C_N}{ГДК_N}, \quad (3.1)$$

де $C_1, C_2 \dots C_N$ – розраховані концентрації шкідливих речовин в атмосферному повітрі в одній і тій самій точці місцевості, мг/м³;

ГДК₁, ГДК₂ ... ГДК – відповідно максимально разові ГДК шкідливої речовини в атмосферному повітрі, мг/м³.

Зведена концентрація

$$C = C_1 + C_2 \frac{ГДК_1}{ГДК_2} + \dots + C_N \frac{ГДК_{N-1}}{ГДК_N}, \quad (3.2)$$

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 й ГДК інших речовин, які входять у групу сумачії.

Максимальна приземна концентрація шкідливої речовини C_M (мг/м³) 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 (м) від джерела й визначається по формулі:

$$C_M = \frac{A \cdot M \cdot F \cdot m \cdot n \cdot \eta}{H^2 \cdot \sqrt[3]{V_1 \Delta T}}, \quad (3.3)$$

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, (м) (для наземних джерел у розрахунках беруть $H = 2\text{м}$);

η - безрозмірний коефіцієнт, що враховує вплив рельєфу місцевості на концентрацію домішки, якщо місцевість рівнинна або з перепадами висот, які не перевищують 50м на 1 км, $\eta=1$;

ω_0 - середня швидкість виходу газоповітряної суміші із гирла джерела викиду (м/с);

ΔT - різниця між температурою газоповітряної суміші T_2 , що викидається і температурою навколишнього повітря T_b , $^{\circ}\text{C}$;

V_1 – об'ємні витрати газоповітряної суміші (м³/с)

$$V_1 = \frac{\pi D^2}{4} \omega_0, \quad (3.4)$$

де D - діаметр гирла джерела викиду (м).

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 50⁰ до 52⁰ п. ш. – 180, а на півдні 50⁰ п.ш. – 200.

Потужність викиду M (г/с) і об'ємна витрата газоповітряної суміші V_1 (м³/с) 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 при встановлених (звичайних) умовах експлуатації підприємства.

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

Значення безрозмірного коефіцієнта F беруть:

а) для газоподібних шкідливих речовин 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 :

$$f = 1000 \frac{\omega_0^2 D}{H^2 \Delta T} \quad (3.5)$$

$$v_m = 0,653 \sqrt[3]{\frac{V_1 \Delta T}{H}} \quad (3.6)$$

$$v'_m = 1,3 \frac{\omega_0 D}{H} \quad (3.7)$$

$$fe' = 800(v'_m)^3$$

(3.8)

Коефіцієнт m визначають залежно від f по формулі:

$$m = \frac{1}{0.67 + 0.1\sqrt{f} + 0.34\sqrt[3]{f}}, \text{ при } f < 100; \quad (3.9)$$

$$m = \frac{1.47}{\sqrt[3]{f}} \text{ при } f \geq 100. \quad (3.10)$$

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

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

$$n = 1, \text{ при } v_m \geq 2; \quad (3.11)$$

$$n = 0.532v_m^2 - 2.13v_m + 3.13, \text{ при } 0.5 \leq v_m < 2; \quad (3.12)$$

$$n = 4.4v_m, \text{ при } v_m < 0.5. \quad (3.13)$$

При $f \geq 100$ або $\Delta T \approx 0$, коефіцієнт n знаходять по формулах (3.11) - (3.13) 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 (3.1) використовується формула

$$C_m = \frac{A \cdot M \cdot F \cdot n \cdot \eta}{H^{4/3}} \cdot K \quad (3.14)$$

де

$$K = \frac{D}{8V} = \frac{1}{7.1\sqrt{\omega_0 V_1}} \quad (3.15)$$

причому n визначається по формулах (3.11 – 3.13) 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 (3.1) розраховується по формулі:

$$C_M = \frac{A \cdot M \cdot F \cdot m' \cdot \eta}{H^{7/3}}, \quad (3.16)$$

де

$$m' = 2.86m \quad \text{якщо } f < 100, \quad v_M < 0.5; \quad (3.17)$$

$$m' = 0.9 \quad \text{якщо } f \geq 100 \text{ і } v'_M < 0.5. \quad (3.18)$$

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

$$x_M = \frac{5 - F}{4} \cdot H \cdot d \quad (3.19)$$

де безрозмірний коефіцієнт d при $f < 100$:

$$d = 2.48 (1 + 0.28 \sqrt[3]{fe}) \quad \text{при } v_M \leq 0.5; \quad (3.20)$$

$$d = 4.95 v_M (1 + 0.28 \sqrt[3]{f}) \quad \text{при } 0.5 < v'_M \leq 2; \quad (3.21)$$

$$d = 7 \sqrt{v_M} (1 + 0.28 \sqrt[3]{f}) \quad \text{при } v_M > 2. \quad (3.22)$$

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

$$d = 5.7 \quad \text{при } v'_M \leq 0.5; \quad (3.23)$$

$$d = 11.4 v'_M \quad \text{при } 0.5 < v'_M \leq 2; \quad (3.24)$$

$$d = 16\sqrt{v'_M} \quad \text{при } v'_M > 2. \quad (3.25)$$

Значення небезпечної швидкості U_M (м/с) на рівні флюгера (звичайно 10м 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:

$$U_M = 0.5 \quad \text{при } v_M \leq 0.5; \quad (3.26)$$

$$U_M = v_M \quad \text{при } 0.5 < v'_M \leq 2; \quad (3.27)$$

$$U_M = v_M (1 + 0.12\sqrt{f}) \quad \text{при } v_M > 2. \quad (3.28)$$

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

Якщо $f \geq 100$ або $\Delta T = 0$,

$$U_M = 0.5 \quad \text{при } v'_M \leq 0.5 \quad (3.29)$$

$$U_M = v'_M \quad \text{при } 0.5 < v'_M \leq 2 \quad (3.30)$$

$$U_M = 2.2v'_M \quad \text{при } v'_M > 2 \quad (3.31)$$

При небезпечній швидкості вітру U_m приземна концентрація шкідливих речовин C (мг/м^3) в атмосфері по осі факела викиду на різних відстанях x (м) від джерела викиду визначається по формулі:

$$C = S_1 C_m \quad (3.32)$$

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

$$S_1 = 3(x/x_m)^4 - 8(x/x_m)^3 + 6(x/x_m)^2 \quad \text{при } x/x_m \leq 1 \quad (3.33)$$

$$S_1 = \frac{1.13}{0.13(x/x_m)^2 + 1} \quad \text{при } 1 < x/x_m \leq 8 \quad (3.34)$$

$$S_1 = \frac{x/x_m}{3.58(x/x_m)^2 - 35.2(x/x_m) + 120} \quad \text{при } F \leq 1.5 \text{ й } x/x_m > 8 \quad (3.35)$$

$$S_1 = \frac{1}{0.1(x/x_m)^2 + 2.47(x/x_m) - 17.8} \quad \text{при } F > 1.5 \text{ і } x/x_m > 8 \quad (3.36)$$

Для низьких і наземних джерел (висотою H не більше 10м) при значеннях $x/x_m < 1$ величина S_1 в (3.32) замінюють на величину S_1^H , яка визначається залежно від x/x_m і H

$$S_1^H = 0.125(10 - H) + 0.125(H - 2)S_1 \quad \text{при } 2 \leq H < 10, x/x_m < 1 \quad (3.37)$$

Значення приземної концентрації шкідливих речовин в атмосфері C_y (мг/м^3) на відстані y (м) по перпендикуляру до осі факела визначається по формулі:

$$C_y = S_2 C \quad (3.38)$$

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

$$t_y = \frac{Uy^2}{x^2} \quad \text{при } U \leq 5 \quad (3.39)$$

$$t_y = \frac{5y^2}{x^2} \quad \text{при } U > 5 \quad (3.40)$$

$$S_2 = \frac{1}{(1 + 5t_y + 12.8t_y^2 + 17t_y^3 + 45.1t_y^4)^2} \quad (3.41)$$

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

$$\frac{M}{ГДК} > \Phi; \quad (3.42)$$

$$\Phi = 0.01\bar{H} \quad \text{при } \bar{H} > 10 \text{ м}, \quad (3.43)$$

$$\Phi = 0.1 \quad \text{при } \bar{H} \leq 10 \text{ м}. \quad (3.44)$$

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/м³) – максимальна разова гранично допустима концентрація;

\bar{H} (м) – середньозважена по підприємству висота джерела викиду [9].

4 ХАРАКТЕРИСТИКА СИСТЕМИ «ЕОЛ 2000»

Автоматизована система розрахунку забруднення атмосфери «ЕОЛ 2000» призначена для оцінки впливу шкідливих викидів проєктованих і діючих (при реконструкції) підприємств на забруднення приземного шару атмосфери [11].

Програма «ЕОЛ 2000» рекомендована до використання Міністерством захисту довкілля та природних ресурсів 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" [9].

Система дозволяє розраховувати 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 на забруднення атмосфери проєктованих і діючих підприємств, розрахунок проводиться з урахуванням фонових (існуючих) концентрацій. При розрахунку розсіювання забруднюючих речовин в атмосфері також можуть враховуватися поправки на рельєф.

У систему вбудована база даних ГДК і груп сумації. Користувач може розширювати і змінювати їх.

Охарактеризуємо технологічну експлуатацію системи «ЕОЛ 2000».

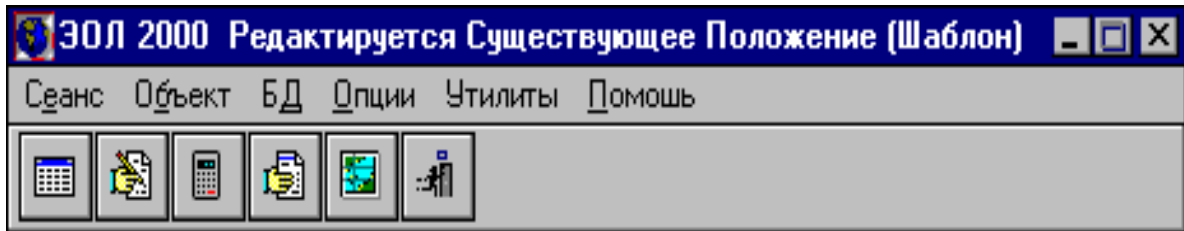


Рисунок 4.1 – Загальний вигляд основного меню програми «ЕОЛ 2000»

Для розрахунку впливу деякого проєктованого чи діючого підприємства на забруднення атмосферного повітря необхідно наступне:

- по-перше, заповнити таблиці носіїв системної інформації (НСІ);
- по-друге, задати параметри розрахунку;
- по-третє, провести розрахунок та сформувати звіт.

На першому етапі необхідно заповнити сім видів таблиць НСІ, які містять в собі наступні характеристики.

Задати шкідливі речовини, що викидаються об'єктом. Причому таблиця містить коди, найменування та гранично допустимі концентрації шкідливих речовин, які вибираються з бази даних ГДК, а також коефіцієнти упорядкованого осідання шкідливих речовин.

Далі формуються автоматично групи сумачій, які містять номер групи сумачії та опис переліку речовин, які входять до цієї групи.

Також потрібно охарактеризувати регіон, де розміщується досліджуваний об'єкт. Ця таблиця містить код і найменування міста, середні температури для самого жаркого і самого холодного місяців, граничну швидкість вітру, регіональний коефіцієнт стратифікації атмосфери, кут між північним напрямком і віссю ОХ основної системи координат, площа міста, значення широти і довготи, частота повторюваність вітру в відсотках по восьми румбам рози вітрів.

Опис промислового майданчику містить код і його найменування, координати X і Y (в метрах) прив'язки промислового майданчика до основної

(міської) системі координат, а також кут повороту промислового майданчика щодо основної (міської) системи координат в градусах.

Далі необхідно вказати основні характеристики джерел викидів підприємства. Таблиця містить код і найменування джерела викиду, код математичної моделі джерела викиду, коефіцієнт рельєфу, координати прив'язки джерела щодо промислового майданчика X початку, Y початку, X кінця, Y кінця, висоту джерела, діаметр для точкових джерел з круглим гирлом і площинних джерел другого типу або витрата пилогазоповітряної суміші (ПГПС) для лінійних джерел, витрата і температуру ПГПС і клас небезпеки виробництва, до якого належить джерело.

З урахуванням параметрів викиду необхідно в наступній таблиці задати параметри забруднюючих речовин і груп сумачії. Таблиця містить код речовини з бази даних ГДК, містить масу викиду забруднюючої речовини в секунду (г/с) для точкових, лінійних і площинних джерел та масу забруднюючої речовини, що викидається джерелом протягом року (т/рік).

Остання таблиця містить інформацію про загальний стан забруднення атмосфери в даному регіоні. Для цього є можливість задати фонові концентрації шкідливих речовин в приземному шарі атмосфери. Таблиця заповнюється в разі розрахунку концентрацій з урахуванням фонового поля забруднення, вона містить код речовини, для якого описується фон, пропонується декілька варіантів врахування фонових концентрацій, координати постів спостереження і фонові концентрації (в частках ГДК) у полі забруднення при різних швидкостях і напрямках вітру.

Підтримується ієрархічність табличного інтерфейсу баз даних таблиць НСІ. Загальна послідовність заповнення вихідної інформації для підприємства можливо охарактеризувати наступним чином.

Стадія 1 - завдання списку шкідливих речовин, які надходять з джерел викидів.

Стадія 2 – автоматичне формування груп сумації.

Стадія 3 - завдання географічної прив'язки і метеорологічних та кліматичних умов регіону.

Стадія 4 - опис промислових майданчиків та прив'язка їх до регіону.

Стадія 5 – характеристика джерел викидів, їх прив'язка до промислових майданчиків.

Стадія 6 - опис складу викиду для кожного джерела.

Стадія 7 – задаються концентрації фону в районі розташування об'єкта.

Схематично це представлено на рисунку 4.2.

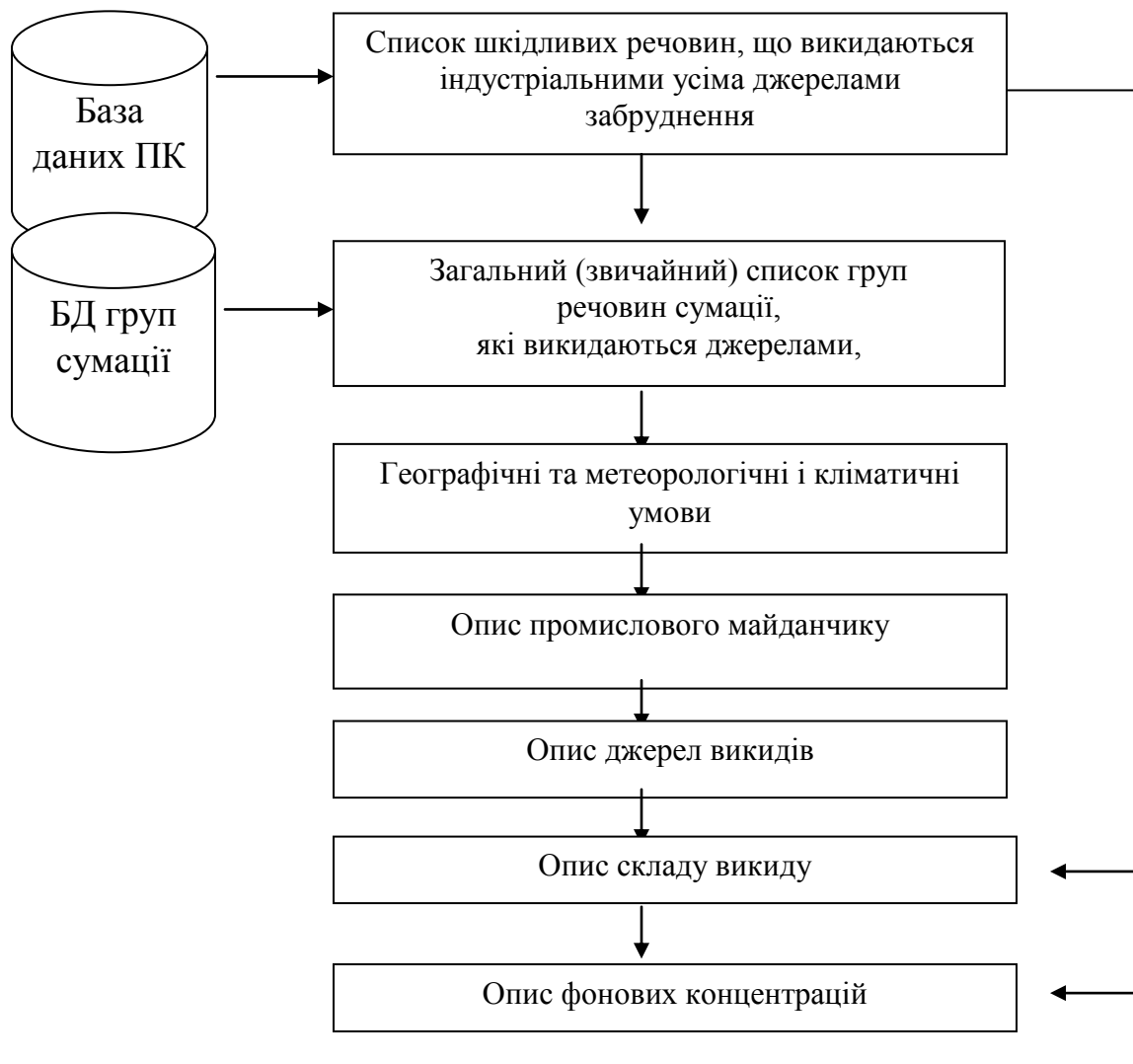


Рисунок 4.2 - Схема введення вхідних даних в таблицю НСІ

На другому етапі роботи необхідно сформувати завдання на розрахунок, яке включає в себе визначення:

- кількості найбільших вкладників (до 5);
- кількості максимальних концентрацій (використовується для формування списку точок, в яких спостерігається найбільш висока концентрація даної речовини на розрахунковому майданчику);
- проводити розрахунок з урахуванням фонових концентрацій або без урахування фону;
- завдання константи доцільності розрахунку (у разі, якщо сума максимальних приземних концентрацій від джерела викиду для інгредієнта, менше, ніж константа доцільності розрахунку, то розрахунок для цієї домішки не проводиться);
- швидкості і напрямку вітру (можливо задавати в м/с і в частках від середньозваженої швидкості, а напрям вітру визначає, чи буде розрахунок проводитися для заданого (єдиного) напрямку вітру або в режимі автоматичного пошуку напрямку вітру, при якому в даній розрахунковій точці буде найбільша концентрація);
- шкідливих речовин і групи сумації (список шкідливих речовин та кодів груп сумації, за якими проводиться розрахунок);
- промислових майданчиків (включають список промислових майданчиків, розташованих в даному місті чи регіоні).

Після формування завдання, процедура програми передбачає проведення контролю даних.

Контроль даних дозволяє виявити помилки введення даних і завдання на розрахунок. Контроль даних, введених в базу, виконується як безпосередньо перед розрахунком, так і автономно. При цьому перевіряються дані, які містяться в таблицях НСІ і коректність завдання на розрахунок. Якщо помилок

не виявлено, виводиться відповідне повідомлення, в іншому випадку стає видимим список виявлених помилок таблиць НСІ. В цьому списку вказані причини помилок і номери таблиць, в яких містяться помилкові дані. Користувачеві немає необхідності аналізувати ці номери, досить клацнути лівою кнопкою миші по відповідному рядку.

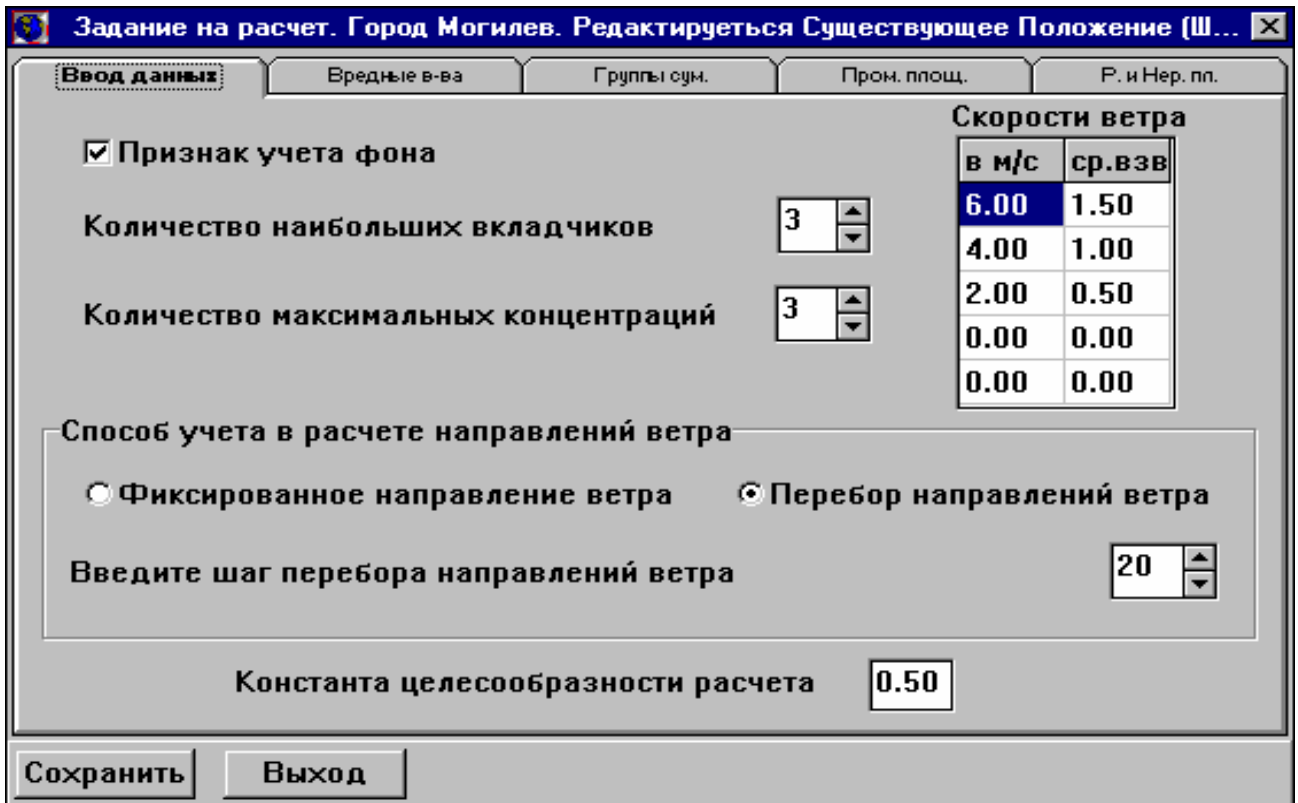


Рисунок 4.3 – Загальний вигляд меню при формуванні завдання на розрахунок

На третьому етапі, після перевірки вихідних даних, програма «ЕОЛ 2000» проводить розрахунок.

Модуль розрахунку – це головна частина моделювання оцінки впливу об'єкту дослідження на забруднення атмосфери в розрахункових точках.

Головні відмінні риси обчислення за допомогою програми "ЕОЛ 2000":

- підтримка екстремального моделювання ситуацій, причому система автоматично вибирає самий негативний прогноз забруднення атмосфери в рамках досягнення максимальної концентрації на розрахунковому майданчику;
- система підтримує обчислення концентрації в абсолютних одиницях ($\text{мг}/\text{м}^3$) і також у відносних одиницях (в частках ГДК);
- підтримка оцінки існуючих рівнів фонові концентрації.

Результати розрахунку представляються у формі табличних документів і у вигляді карти розподілу концентрацій шкідливих речовин в приземному шарі атмосфери. За бажанням користувача він може отримати друкарські копії вихідних документів і карти-схеми в необхідному масштабі.

Користувач може згенерувати загальної звіт, який буде включати всю вихідну інформацію, або переглядати окремі таблиці.

Також передбачена побудова карти забруднення атмосферного повітря в районі розташування об'єкту дослідження. Побудова карти-схеми розподілу концентрацій забруднюючих речовин на розрахунковій майданчику можливо тільки при штатному закінченні основного розрахунку. Реалізована побудова санітарно-захисної зони з урахуванням чи без урахування рози вітрів.

У режимі графічної інтерпретації є можливість проглянути на екрані і роздрукувати в довільному масштабі карту розподілу забруднюючої речовини або групи сумачії на розрахунковому майданчику. Карта заповнюється відповідно до введених значень рівнів концентрацій у вигляді ізоліній. На кожній ізолінії проставляється відповідна концентрація у частках ГДК_{мр}. У випадку якщо концентрація не проставлена - ізолінію можна ідентифікувати за кольором (рис.4.4).

Головні відмінні риси карти, яка формується програмою "ЕОЛ 2000":

- карта об'єднує вхідні дані та результати розрахунку і містить декілька шарів;

- кожен з об'єктів карти може бути відредагований вбудованим редактором;
- карта підтримує визначення відносних координат і координат сторінки в метрах;
- підтримується зміна масштабу зображення;
- користувач може переглядати концентрацію в точці, скориставшись кнопкою миші, встановлювати маркери з рівнями концентрацій, отримувати інформацію щодо максимальних вкладників;
- користувач може налаштовувати надані рівні концентрацій;
- карта друкується в обраному масштабі.

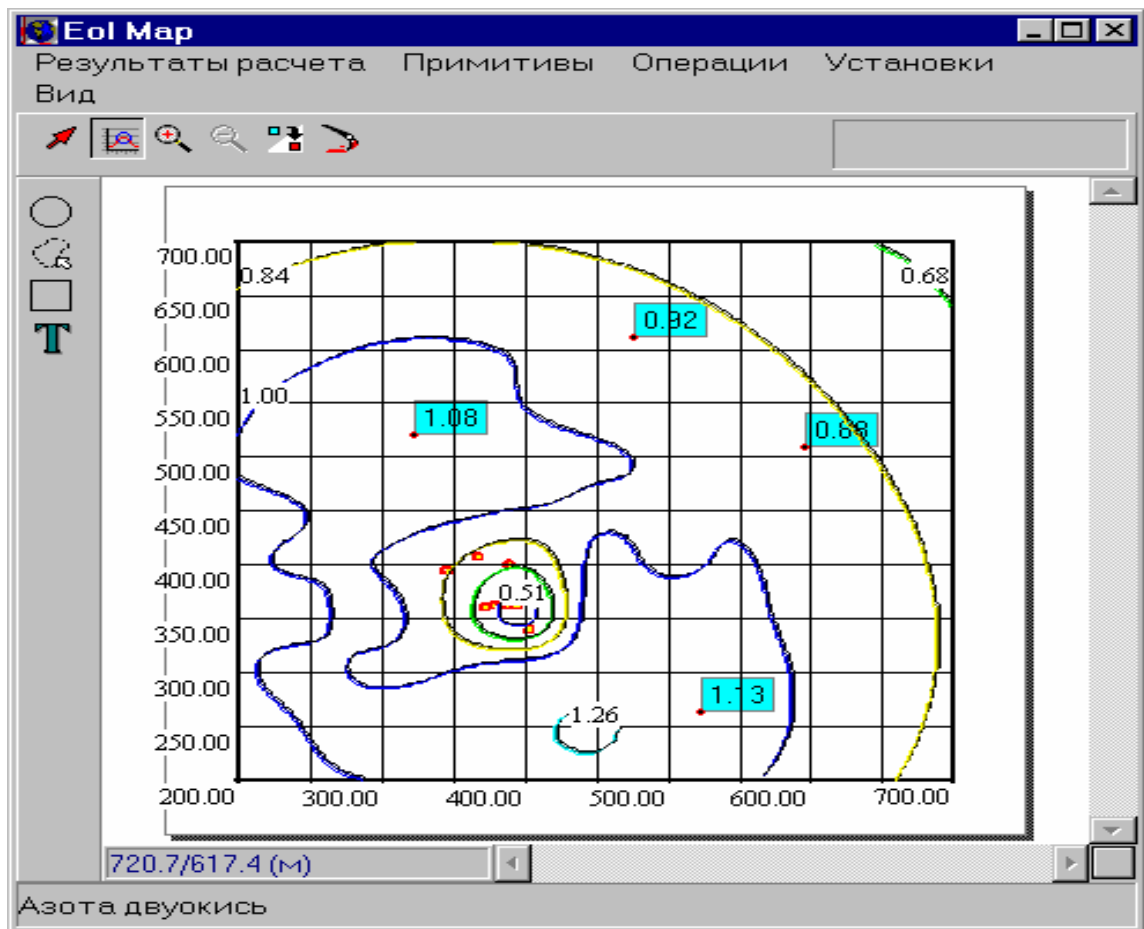


Рисунок 4.4 – Приклад результатів розрахунку розсіювання забруднюючих речовин на промисловому майданчику

За результатами розрахунку програма "ЕОЛ 2000" складає звіт за спеціальною формою.

Звіт - це сукупність вихідних документів, які відображають вихідні дані, умови і результати розрахунку забруднення повітря забруднюючими речовинами. Ці документи в програмі умовно підрозділяються на вхідні і вихідні форми.

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

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

Зазначені документи і карти формуються генератором звітів програми "ЕОЛ 2000". При цьому виведення звіту можливо або на принтер, або на диск у файл report.doc [11].

5 ХАРАКТЕРИСТИКА ПІДПРИЄМСТВА, ЯК ДЖЕРЕЛА ЗАБРУДНЕННЯ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ МІСТА ТАВРІЙСЬК

Таврійський регіон знаходиться в центрі Херсонської області на відстані 60 кілометрів від обласного центру. Таврійський регіон займає 12 % її території Херсонської області та розташований в басейні нижньої течії р. Дніпро в межах Причорноморської низини, омивається Каховським водосховищем. Через територію регіону проходить найважливіша в Україні водна транспортна артерія – Дніпро, на якому розміщений річковий порт Каховка. Є вихід у Чорне море та сполучення з промисловими містами, розташованими вгору по течії Дніпра.

Регіон знаходиться на перехресті автотранспортних шляхів державного значення (Київ – Сімферополь) і міжнародного значення (Ростов-на-Дону – Одеса – Рені). В межах регіону діє розвинена мережа автомобільних доріг, близько 95% – з твердим покриттям. Регіон має пряме автобусне сполучення з великими промисловими містами Київ, Дніпропетровськ, Харків, Одеса, Сімферополь (рис.5.1). На відстанях 120 км розташовані місто-порт Скадовськ на Чорному морі та місто-порт Генічеськ на Азовському морі, заповідник Асканія-Нова – 40 км [12].

Однією з найгостріших екологічних та соціальних проблем є забруднення атмосферного повітря антропогенними джерелами. В Херсонській області протягом останніх років викиди деяких забруднюючих речовин скоротилися, але екологічний стан можна охарактеризувати як напружений. Промисловий потенціал міста Таврійськ Херсонської області досить незначний. Одним із найбільших підприємств міста є відокремлений структурний підрозділ Каховської дистанції колії №16 Одеської залізниці.

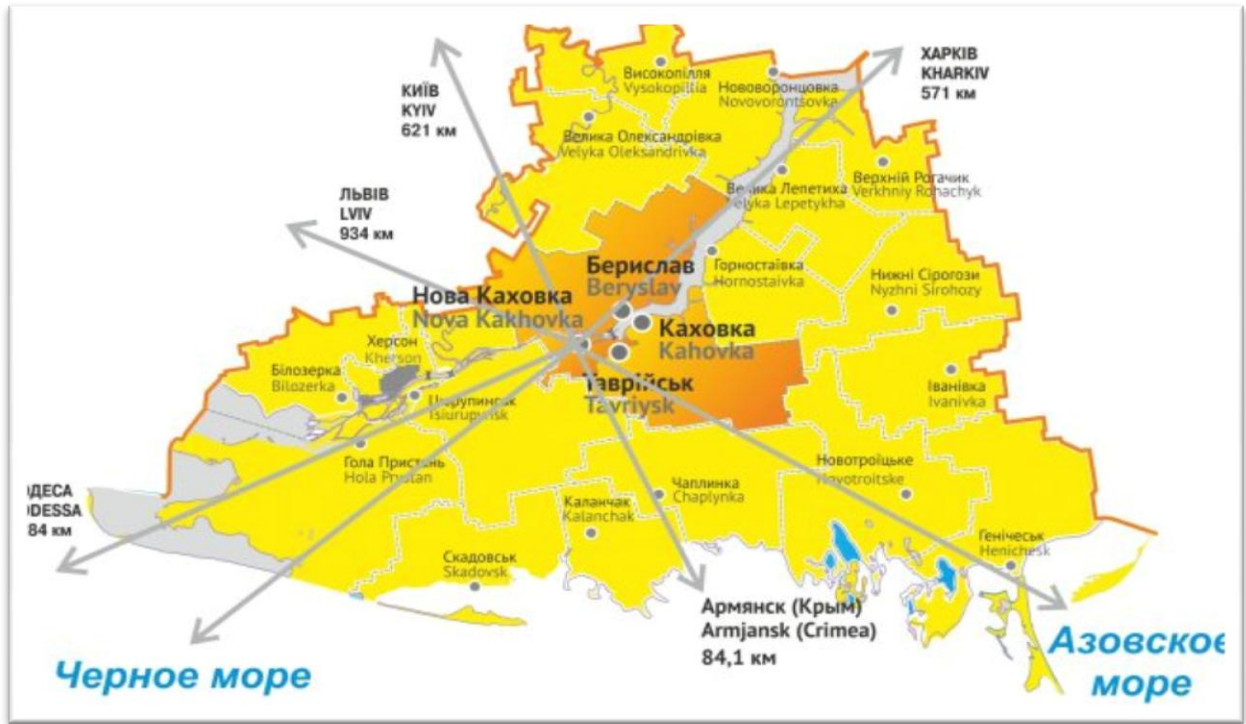


Рисунок 5.1 – Карта-схема Херсонської області [12]

Відокремлений структурний підрозділ Каховської дистанції колії №16 Одеської залізниці розташований у південній частині м.Таврійськ на вулиці Магістральній 10 (рис.5.2).

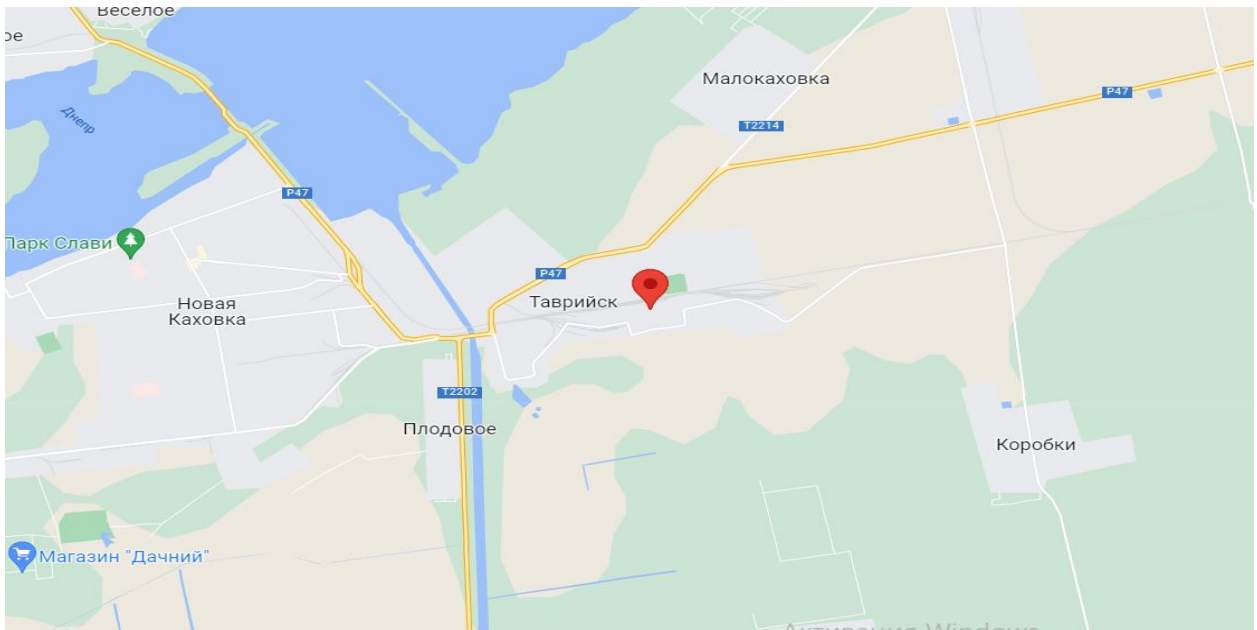


Рисунок 5.2 - Місцезнаходження Каховської дистанції колії №16 [13]

Основною виробничою діяльністю підприємства є роботи поточного утримання та ремонту залізничних колій загально розгорнутою довжиною 365 км, у тому числі: головних 267,3 км, під'їзних 8,8 км, станційних 70,7 км.

В якості вихідних даних для аналізу підприємства як джерела потенційного негативного впливу на атмосферу, були використані результати проведеної у 2019 році інвентаризації стаціонарних джерел викидів підприємства [14].

Підприємство розташовано на одній промплощадці. Ситуаційна карта-схема території Відокремленого структурного підрозділу Каховської дистанції колії №16 наведена на рис.5.3.

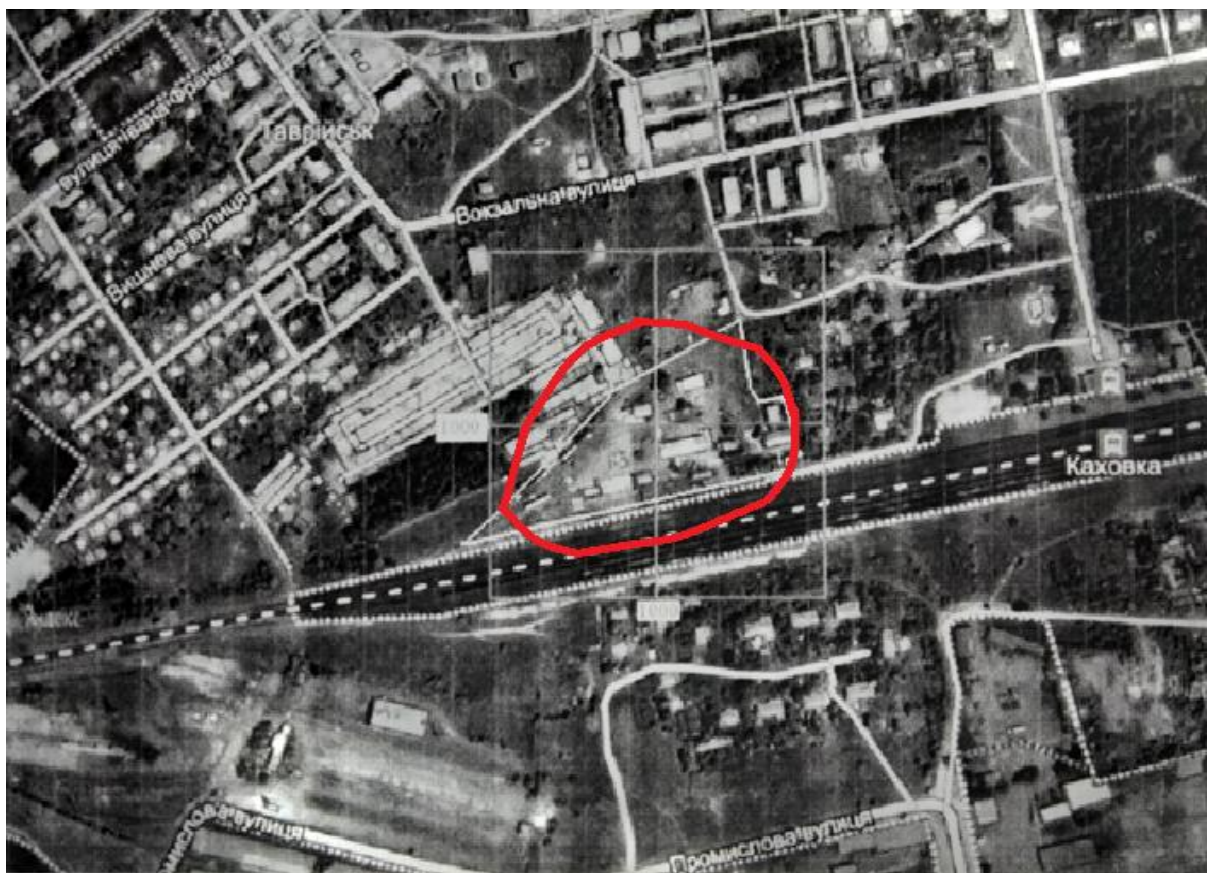


Рисунок 5.3 - Ситуаційна карта-схема території Відокремленого структурного підрозділу Каховської дистанції колії №16 [14]

На рисунку 5.3 також вказані підприємства, будівлі та споруди прилеглих ділянок, а також санітарно-захисна зона. Нормативна санітарно-захисна зона даного підприємства у відповідності з Державними санітарними правилами (ДСП №173, м. Київ, 1996р.) [15] дорівнює 50 м та відноситься до 5-го класу небезпеки.

Промислова площадка Відокремленого структурного підрозділу Каховська дистанція колії №16 Одеської залізниці обмежена (рис.5.3):

- з півночі - полоса відчуження підприємства;
- з півдня - під'їзні колії залізничної станції;
- зі сходу – промзона енергодільниці;
- з заходу - територія гаражного кооперативу м. Таврійська.

Санітарні пости спостереження за забрудненням атмосферного повітря органів Держконтролю, Держнагляду, Держкомгідромету України на території підприємства відсутні.

Деякі виробничі процеси Відокремленого структурного підрозділу Каховська дистанція колії №16 Одеської залізниці супроводжується виділенням в атмосферне повітря, забруднюючих речовин. Якісна та кількісна характеристики забруднюючих речовин, що викидаються в атмосферу, залежать від технологічного процесу, сировини та обсягу робіт (табл.5.1) [14].

Надамо стисло характеристику технології виробництва, джерел утворення та викиду забруднюючих речовин згідно з) [14].

Інвентаризація джерел викиду забруднюючих речовин [14] виконувалися при оптимальних умовах роботи технологічного устаткування відповідно до даних дистанції, з урахуванням об'єму проведених робіт при максимальному завантаженні устаткування та повному забезпеченні матеріалами.

Структура підприємства складається з основного та допоміжного виробництва.

Таблиця 5.1 - Характеристика основної сировини, яка використовується на промплощадці Відокремленого структурного підрозділу Каховська дистанція колії №16

Вид сировини, допоміжних матеріалів	ДСТУ або ТУ	Хімічний склад за ТУ або аналізу, %	Загальна витрата сировини в рік, одиниці виміру	
Природний газ	ГОСТ 5542-87	Метан-95,346% етан-2,119% пропан-0,489% азот-1,565% меркаптанова сірка-8,1 г/1000м, H ₂ S відсутній	Тис.м	11,600
Зварювальні електроди АНО-4	ДСТУ 2246-70	Багатокомпонентні: залізний порошок, рутиловий концентрат, Феромарганець, слюда, плавиковий шпат	т	0,230
Карбід кальцію	ДСТУ 1460-81	Зміст основної речовини: 90-95%	т	0,060
Вугілля АК (антрацит кулак)	ДСТУ 3472-96	Фраційний склад, мм 50-100мм; зольність 7,5%, вміст сірки 1,5%; Q _i =32,63 МДж	т	8,4
Щебінь	ДСТУ 74893-96	Магматична гірська порода з змістом декількох мінералів	т	10,600
Дизельне пальне	ДСТУ 3868-99	Суміш вуглеводів, які відганяються при 150-360 С	т/рік	40,620
Цемент звичайний	ДСТУ Б.В.2.7.-46:2010	Вміст% клінікекр 80 гіпс 1,5-3.5	т	6,500
Кислота сірчана акумуляторна	ДСТУ 456389-98	Вміст H ₂ SO ₄ -92-96%	т	0,018
Пиломатеріали	ДСТУ 8486-98	Головні складові: целюлоза, лігнін, геміцелюлоза	м/рік	14
Масило ТП-22	ГОСТ 8581-78	Масова домішка, %: механічних домішок-0,015, Зольності сульфатної -1,3, активних елементів: кальцію-0,08,	м/рік	3,300

До основного виробництва відноситься поточне утримання та ремонти залізничних колій загальною розгорнутою довжиною 346,8 км.

До допоміжного виробництва відносяться:

- зварювальна дільниця;
- ковальське відділення;
- акумуляторне відділення;
- заточувальне відділення;
- деревообробна дільниця;
- склад паливно-мастильних матеріалів (ПММ);
- котельня на газоподібному паливі;
- котельні твердопаливні.

До зварювальної ділянки цеху №1 відноситься зварювальний пост механічних майстерень, де розташовано неорганізоване джерело № 6. Роботи виконуються електродами АНО-4 із застосуванням ацетиленового генератора. Річна витрата електродів становить - 0,050 т/рік, а карбіду кальцію - 0,060 т/рік. Також там виявлено неорганізоване джерело №7 (роботи виконуються електродами АНО-4, річні витрати 0,080 т/рік) та організоване джерело №5 з річним витратами електродів АНО-4 -0,100 т/рік.

При проведенні робіт утворюються оксиди азоту, оксид вуглецю, оксиди заліза, марганець. Приміщення зварювальної дільниці обладнано витяжною системою ВУ-1.

До основного обладнання, яке є джерелом виділення шкідливих речовин в атмосферу, ковальського відділення (цех №2), відноситься нагрівна піч, яка працює на вугіллі. На дільниці виконується обробка попередньо нагрітого до заданої температури металу способом ручного кування.

Забруднюючі речовини які утворюються в процесі спалювання вугілля (діоксид сірки, оксид вуглецю, діоксид азоту, зола) від горна локалізуються

витяжним зонтом та видаляються в атмосферу через трубу природної витяжки (організоване джерело № 3). Річна витрата вугілля становить 1,800 т/рік.

Акумуляторне відділення цеху №3 призначено для ремонту і зарядки кислотних акумуляторів. Забруднюючі речовини виділяються від обладнання акумуляторів при виконанні основних процесів обслуговування, поточного ремонту і зарядки та складаються, в основному, з аерозолів сірчаної кислоти. Річна витрати сірчаної кислоти акумуляторної становить 0,018 т/рік. Приміщення акумулятивного відділення обладнано загальною обмінною механічною вентиляцією ВУ-4 (організоване джерело №14).

На заточувальному відділенні (цех №4) здійснюється холодна обробка металу абразивним інструментом. Обробка здійснюється на універсальному заточувальному станку з ручним управлінням. Процеси абразивної обробки металу супроводжується виділенням у повітря абразивного-металевого пилу. Концентрація залежить від виду абразивного інструмента, характеру оброблюваного матеріалу, способу обробки. Абразивний вплив складається з корунду Al_2O_3 . Для видалення пилу із зони обробки станок обладнаний пило відводом, без механічної вентиляції (неорганізоване джерело №4).

На деревообробній ділянці цеху № 5 здійснюється механічна обробка деревини хвойних та листяних порід, яка надходить на підприємство. Розпилювання здійснюється на пилорамі. Утворюється пил деревини різного за розмірами. Для видалення дрібного пилу використовують вентиляційну установку ВУ-2 (організоване джерело №1).

Видалення пилу від станків у вигляді суспендованих твердих частинок, недиференційованих за складом здійснюється вентиляційною системою ВУ-3 (організоване джерело №13). Ефективність очистки становить 75,6%.

На підприємство надходить щєбінь різних фракцій який розвантажується на склад для зберігання (склади інертних матеріалів, цех №6). Зберігання здійснюється на спеціально обладнаних складах, відкритих з усіх сторін.

Використання щебеню становить 10,600 т/рік. Під час розвантажувальних робіт утворюється неорганічний пил у вигляді твердих частинок, недиференційованих за складом.

Зберігання цементу відбувається у закритих складах. Витрата цементу на рік становить 6,5 т/рік. Викидається пил в атмосферу під час розвантажувальних робіт у вигляді суспендованих твердих частинок, недиференційованих за складом.

На території підприємства розташований склад вугілля, який закритий з трьох сторін. Річна витрата вугілля становить 7,4 т/рік. Під час розвантажувальних робіт викидається в атмосферу пил вугілля у вигляді твердих суспендованих частинок.

По характеру розсіювання частинок, склади інертних матеріалів відносяться до неорганізованих площинних джерел викиду:

- склад щебеню - неорганізоване джерело № 8;
- склад вугілля – неорганізоване джерело №2;
- склад цементу - неорганізоване джерело №9.

На території також є склад паливно-мастильних матеріалів (цех №7), призначений для постачання моторно-рейкового та автотранспорту дистанції дизельним паливом та мастилами. Там знаходиться наземний резервуар для дизельного пального (1,356 м³), який обладнаний дихальним люком (організоване джерело № 11) та наземні резервуари для мастила (2,990 та 0,970 м³), які обладнані також дихальними люками (організовані джерела №10, №12).

Втрати ПММ у вигляді газів відбувається внаслідок виділення в атмосферу газів, що утворюються над поверхнею рідких нафтопродуктів в резервуарах. При відкачуванні продукту газовий простір резервуара збільшується та заповнюється повітрям, що надходить через дихальний клапан або зливальний проріз, а також доповнюється парами нових порцій

нафтопродуктів. При наповненні рідина заповнює газовий простір і гази через дихальний люк витісняються з резервуару в атмосферу. Річна витрата дизельного палива становить - 40,620 т/рік. Витрата мастил 3,300 т/рік. Налив пального здійснюється само витіканням. Викиди забруднюючих речовин в атмосферу при цьому незначні.

Котельня цеху №8 працює на газоподібному паливі. Котельня обладнана котлом Модуль МН-80 потужністю 80 кВт, який працює на природному газу. Річна витрата становить - 11,600 тис м³. Котельня призначена для опалювання приміщень адміністративної будівлі та будівлі цеху. Продукти горіння природного газу, що викидаються у атмосферне повітря через димову трубу – це організоване джерело №15, через яке в атмосферу надходять: оксиди азоту, оксид вуглецю, метан, вуглецю діоксид та азоту оксид.

До цеху №9 відносяться дві котельні на твердому паливі, які обладнані побутовими котлами КЧМ-1М8А потужністю 12,8 кВт та котел трубчастий опалювальний (КТО)-6,63 потужністю 40 кВт. Розташовані у мостовому цеху та механічних майстернях. Річна витрата вугілля 2,4 т та 4,2 т . В атмосферу викидаються забруднюючі речовини у вигляді суспендованих твердих частинок, недифенційованих за складом, а також діоксид вуглецю та азоту діоксид (організовані джерела № 10, 11, 12).

Підведемо підсумки наведеного вище - на промисловому майданчику налічується 17 джерел викиду, 11 з них організовані (один обладнано нестандартним циклоном, ступінь очистки якого складає – 75,6 %) та 6 - неорганізовані.

З урахуванням параметрів джерел викиду забруднюючих речовин, які наведені у Додатку Б [14], можемо надати їх загальну характеристику. Ці джерела являються низькими (2 - 10 м) та наземними (менше 2 м). Діапазон висот організованих джерел змінюється від 2 м до 10 м. Діапазон висот неорганізованих від 0,75 м (заточувальна ділянка) до 4 м.

Параметри газопилової суміші характеризуються об'ємними витратами, швидкістю виходу та температурою. Діапазон об'ємних витрат змінюються в достатньо широкому діапазоні від 0,024 до 1,830 м³/с. За температурою джерела холодні (21.9 С⁰) , окрім 3-х джерел № 3, 16, 17 - вони гарячі, їх температура становить 85 С⁰ , 105 та 120 С⁰ відповідно.

Всього в атмосферне повітря викидається 12 забруднюючих речовин, характеристика яких наведена в табл.5.2.

Таблиця 5.2 - Характеристика забруднюючих речовин, які викидаються в атмосферне повітря

№ п/п	Найменування забруднюючих речовин	ГДК м.р., ОБРД мг/м ³ [16]	Клас небезпеки [16]	Потужність викиду, т/рік
1.	Кислота сірчана	0,3	2	0,00002
2.	Вуглеводні насичені	1	4	0,00008
3.	Метан	50	ОБРД	0,00061
4.	Заліза та його сполуки	0,04	3	0,0012
5.	Манган та його сполуки	0,01	2	0,0013
6.	Пил абразивно-металевий	0,4	ОБРД	0,030
7.	Пил вугільного концентрату	0,11	ОБРД	0,038
8.	Оксиди азоту	0,4	2	0,0615
9.	Оксид вуглецю	5,0	4	0,1436
10.	Сірки діоксид	0,5	3	0,252
11.	Пил неорганічний з вмістом діоксиду кремнію в %-70-20	0,3	3	0,277
12.	Пил деревини	0,1	ОБРД	0,670
	Разом:			1,47531

Загальна сума викиду становить приблизно 1,5 тони шкідливих речовин в рік, з них чотири забруднюючих речовини (оксид вуглецю, діоксид сірки, пил неорганічний та пил деревини) загально складають 91 % (1,3426 т/рік) (табл.5.2) і вони потенційно можуть формувати локальні зони забруднення. Причому ці домішки, які вносять основний вклад в загальний викид, 3 та 4 класу небезпеки. Інші вісім домішок викидаються в незначній кількості (0,13271 т/рік).

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

6 РОЗРАХУНОК ТА АНАЛІЗ ПОЛІВ МАКСИМАЛЬНИХ ПРИЗЕМНИХ КОНЦЕНТРАЦІЙ

Для оцінки впливу забруднюючих речовин на стан атмосферного повітря було обрано державне підприємство "Відокремлений структурний підрозділ Каховська дистанція колії №16 Одеської залізниці".

Інтерес до дослідження даного об'єкта був викликаний в першу чергу місцем його розташування, та тим, що це одне з найбільших підприємств, яке розташовано в місті Таврійськ, за адресою – вул. Магістральна 10.

Підприємство розташовано на одному промисловому майданчику на окраїні міста, причому з півночі - полоса відчуження, з півдня - під'їзні колії, зі сходу - промзона, з заходу - гаражний кооператив [14].

До основного виробництва відноситься поточне утримання та ремонти залізничних колій загально розгорнутою довжиною 346,8 км. На підприємстві знаходиться 17 джерел викиду, з яких 6 неорганізованих та 11 організованих. Ці джерела являються низькими (2 - 10 м) та наземними (менше 2 м). З 17 джерел 14 є холодними та 3 гарячі. Об'єкт викидає в атмосферу 12 забруднюючих речовин. Розмір нормативної санітарно-захисної зони (СЗЗ) згідно з [15] для підприємства склав 50 метрів від крайніх джерел викидів забруднюючих речовин (5 клас небезпеки) .

Вихідними даними для розрахунку полів максимально приземних концентрацій були результати проведеної інвентаризації на підприємстві в 2019 році [14].

Дослідження викидів забруднюючих речовин проводилися на основі розрахунку і аналізу полів максимально приземних концентрацій.

Розрахунки велися на промисловому майданчику, для всіх забруднюючих речовин з використанням автоматизованої системи розрахунку "ЕОЛ 2000".

В четвертому розділі кваліфікаційної роботи бакалавра (КРБ) наведені основні принципи роботи програми "ЕОЛ 2000". Ця програма затверджена Міністерством захисту довкілля та природних ресурсів України. Розрахункові модулі системи реалізують «Методику розрахунку концентрацій в атмосферному повітрі шкідливих речовин, що містяться у викидах підприємств. ОНД - 86 » [9]. У третьому розділі КРБ наведені основні формули розрахунку.

Для проведення розрахунку розсіювання викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря, необхідно спочатку визначити коефіцієнт доцільності проведення розрахунку Φ для всіх забруднюючих речовин. Розрахунок критерію та процедура перевірки біла здійснена за формулами (3.42) - (3.44), які наведені у третьому розділі КРБ.

Результати визначення доцільності проведення розрахунку згідно критерію Φ наведено у табл. 6.1.

Таблиця 6.1 - Результати перевірки доцільності розрахунку за критерієм Φ

№ п/п	Назва забруднюючої речовини	Так/Ні
1	Кислота сірчана	Ні
2	Вуглеводні насичені	Ні
3	Метан	Ні
4	Залізо та його сполуки	Так
5	Марганець та його сполуки	Так
6	Пил абразивно - металевий	Так
7	Пил вугільного концентрату	Так
8	Оксиди азоту	Так
9	Оксид вуглецю	Так
10	Сірки діоксид	Так
11	Пил неорганічний з вмістом діоксиду кремнію в % 70-20	Так
12	Пил деревини	Так

Як видно з таблиці 6.1, за критерієм Φ пройшли дев'ять з дванадцяти речовин, тому необхідно розрахувати поля максимальних приземних концентрацій тільки для дев'яти речовин із загального списку.

Аналіз переліку забруднюючих речовин, які підприємство викидає в атмосферне повітря, дозволив виділити дві групи забруднюючих речовин, які мають ефект сумачії:

- групи сумачії №28 - сірчана кислота, сірки діоксид;
- група сумачії №31- оксиди азоту, сірки діоксид.

Наступний етап роботи полягав у заповненні шести видів таблиць НСІ на підставі даних інвентаризації викидів.

Метеорологічні характеристики і коефіцієнти, які визначають умови розсіювання забруднюючих речовин в атмосфері району розташування досліджуваного об'єкту наведені в таблиці 6.2

Для розрахунку полів максимальних приземних концентрацій задавалися наступні параметри:

- фон не враховувався;
- число найбільших вкладників було задано рівним 3;
- число максимальних концентрацій було 3;
- швидкість вітру задавалася в частках від середньозваженої швидкості $U * (0.5, 1.0, 1.5 \text{ згідно [17]})$;
- проводився автоматичний пошук небезпечного напрямку вітру з кроком перебору через 10 градусів;
- задавалося конкретна забруднююча речовина або група сумачії;
- задавалися розміри розрахункової області з урахуванням висот джерел і класу безпеки підприємства [17];
- крок сітки по осях задали 50 метрів.

Таблиця 6.2 – Метеорологічні характеристики і коефіцієнти, які визначають умови розсіювання забруднюючих речовин в атмосферному повітрі населеного пункту

Найменування характеристик	Величина
Коефіцієнт, який залежить від стратифікації атмосфери	200
Коефіцієнт рельєфу місцевості	1
Середня максимальна температура відкритого повітря самого спекотного місяця року, T C ⁰	23.4
Середня максимальна температура відкритого повітря самого холодного місяця року, T C ⁰	-2.8
Середня роза вітрів, %	
Пн	16
Пн-Сх	18
Сх	15
Пд-Сх	7
Пд	10
Пд-Зх	13
Зх	10
Пн-Зх	11
Швидкість вітру, повторення перевищення котрої становить 5 %, U* , м/с	11

Отже, в результаті розрахунків з використанням спеціалізованої програми "ЕОЛ 2000" були отримані 9 полів максимальних приземних концентрацій для

кожної забруднюючої речовини (які пройшли перевірку за критерієм Φ) і 2 групи сумації.

Результати розрахунків програма "ЕОЛ 2000" представляє у вигляді полів, де значення концентрацій виражені в частках ГДК_{мр}.

У результаті генерації загального звіту за результатами проведених розрахунків формується громіздкий пакет документів згідно встановлених форм. Для " Відокремлений структурний підрозділ Каховська дистанція колії №16 " загальний обсяг склав 135 сторінок. Наведення такого об'ємного звіту в рамках додатків до КРБ недоцільно, тому на його основі була складена вибірка таблиць і полів, які підтверджують достовірність зроблених висновків. Результати розрахунків (вибірка із загального звіту, який генерує програма "ЕОЛ 2000") представлені в Додатку В.

В першій таблиці наведені основні технічні та технологічні характеристики джерел, які формують поле певної забруднюючої речовини із зазначенням максимальних значень концентрації і відстані Хм для кожного джерела, а також наводиться значеннями небезпечної швидкості вітру. У інших таблицях представлені характеристики точок найбільших концентрацій (для кожного поля окремо), небезпечні напрями та швидкість вітру, а також опис джерел, які дають найбільший внесок у забруднення. Вся ця інформація, а також поля максимальних приземних концентрацій наведено у Додатку В.

Проаналізувавши найбільші значення максимальних приземних концентрацій, які створюють джерела викидів кожної з 9 забруднюючих речовин і 2 груп сумації, поділи поля на дві групи. У першу були віднесені ті, де навіть найбільші значення максимальних приземних концентрацій не перевищували ГДК_{мр}, а в другу увійшли ті, де були зафіксовано перевищення ГДК_{мр} з різним ступенем.

Розглянемо забруднюючі речовини, які увійшли у першу групу. У таблиці 6.3 наведені найбільші значення максимальних приземних концентрацій

для забруднюючих речовин, які представляють собою вибірку з відповідних таблиць Додатку В.

Як видно з таблиці 6.3 навіть найбільші значення максимальних приземних концентрацій для п'яти забруднюючих речовин та однієї групи сумації не перевищують ГДК_{мр}. Тому можна з цих даних зробити висновок, що для вищевказаних джерел викидів, які не формують у приземному шарі атмосфери при несприятливих метеорологічних умовах концентрації, що перевищують ГДК_{мр}, можна встановити нормативи на рівні їх фактичного викиду.

Таблиця 6.3 - Найбільші значення розрахункових максимальних приземних концентрацій для забруднюючих речовин (перша група)

№ п/п	Найменування забруднюючої речовини чи групи сумації	Найбільші значення розрахункових максимальних концентрацій, в частках ГДК _{мр}
1.	Пил вугільного концентрату	0,775
2.	Марганець та його сполуки	0,608
3.	Сірки діоксид	0,187
4.	Група сумації № 28	0,187
5.	Залізо окис	0,147
6.	Оксид вуглецю	0,083

Щодо другої групи полів, то для чотирьох забруднюючих речовин та однієї групи сумації виявили діапазон перевищення нормативів якості атмосферного повітря від 1,016 ГДК_{мр} для пилу абразивно-металевого до 6,483 ГДК_{мр} для пилу неорганічного (табл.6.4).

Таблиця 6.4 - Найбільші значення розрахункових максимальних приземних концентрацій для забруднюючих речовин (друга група)

№ п/п	Назва забруднюючої речовини	Найбільше значення (долі ГДК)	Напрямок вітру	Швидкість вітру
1	Пил неорганічний з вмістом діоксиду кремнію в % 70-20	6,483	21	0,51
2	Пил деревини	1,680	87	0,50
3	Група сумачії № 31	1,573	205	0,73
4	Оксиди азоту	1,386	205	1,08
5	Пил абразивно-металевий	1,016	133	0,75

Виходячи з даних таблиці 6.4 можна зробити висновок, що необхідно більш детально розглянути джерела викидів для тих забруднюючих речовин, де виявлені перевищення ГДК.

Повітряохоронні заходи необхідно розробляти в першу чергу для тих джерел викидів, які вносять найбільший внесок в забруднення приземного шару атмосфери.

Тому, для приведених вище (табл.6.4) забруднюючих речовин був проведений більш детальний аналіз, результати якого представлені в таблиці 6.5.

Як можна побачити з даних таблиці 6.5, найбільший вклад в формування зони перевищення ГДК_{мр} для пилу неорганічного вносить неорганізоване джерело викиду №8 (склад щебеню).

Таблиця 6.5 - Характеристика джерел викидів, які вносять найбільший вклад у формування максимальних приземних концентрацій забруднюючих речовин (друга група)

№ п/п	Назва забруднюючої речовини	Найбільше значення C_m , в частках ГДК _{мр}	Номер джерела викиду	Виробничий процес
1	Пил неорганічний з вмістом діоксиду кремнію в % 70-20	6,483	0008	Використання та зберігання щебеню
2	Пил деревини	1,680	0001	Механічна обробка деревини
3	Група сумачії № 31	1,573	0016	Установки для спалювання 40 кВт
4	Оксиди азоту	1,386	0016	Установки для спалювання 12,8 кВт
5	Пил абразивно - металевий	1,016	0004	Обробка металу абразивним інструментом

Далі були проаналізовано поле максимальних приземних концентрацій пилу неорганічного з точки зору розмірів виявлених зон перевищення ГДК_{мр} по відношенню до нормативної санітарно-захисної зони.

Згідно [15], розмір нормативної санітарно-захисної зони для підприємства складає 50 метрів від крайніх джерел викидів забруднюючих речовин. На полі максимальних приземних концентрацій пилу неорганічного (Додаток В) нанесено розташування нормативної СЗЗ, що істотно полегшило аналіз і

дозволило наочніше представити результати розрахунків. Аналіз розмірів зони забруднення для пилу неорганічного виявив, що вони перевищують нормативні розміри СЗЗ в північному та західному напрямку на 50 метрів, а в південному – на 30 метрів. Це свідчить про порушення вимог природоохоронного законодавства України. Тому необхідно запланувати заходи по організації неорганізованого джерела №8, що зможе зменшити кількість пилу неорганічного, яке надходить до атмосфери.

Аналогічний аналіз провели для зони забруднення, які формують джерела викиду пилу деревини. Встановлено, що розміри зони забруднення перевищують нормативні розміри СЗЗ в північному напрямку на 100 метрів. Причому найбільший вклад вносить організоване джерело №1 на деревообробній ділянці цеху № 5, де для видалення дрібного пилу використовують вентиляційну установку ВУ-2 . Для зменшення забруднення необхідно визначити доцільність таких заходів, як збільшення висоти вентиляційної труби чи встановлення циклону з необхідною ефективністю.

Аналіз полів максимальних приземних концентрацій оксидів азоту, пилу абразивно-металевого та групи сумачії № 31, де виявили зони з невеликим перевищенням ГДК_{мр}, дозволив сформулювати наступні висновки:

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

На останньому етапі проведення дослідження полів максимально приземних концентрацій, які створюються джерелами підприємства, був проведений аналіз несприятливих метеорологічних умов (НМУ), який дозволив встановити, що для підприємства такими умовами є штиль та слабкий вітер практично при всіх напрямках.

ВИСНОВКИ

У рамках написання кваліфікаційної роботи бакалавра проведено вивчення міри забруднення приземного шару атмосфери, яке створюється викидами, що знаходяться на території підприємства «Відокремлений структурний підрозділ Каховська дистанція колії №16 Одеської залізниці».

В результаті аналізу даних інвентаризації, було встановлено, що на промисловому майданчику функціонувало 17 стаціонарних джерел викидів, з яких 11 - організовані, а 6 - неорганізовані. При роботі джерел в атмосферу виділялося 12 забруднюючих речовин. Загальна сума викиду становить приблизно 1,5 тони шкідливих речовин в рік.

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

Для прискорення і спрощення розрахунків приземних концентрацій на підприємстві «Відокремлений структурний підрозділ Каховська дистанція колії №16 Одеської залізниці» відповідно до вимог [9] розглядалися тільки ті з шкідливих речовин, які пройшли перевірку за критерієм Ф. З дванадцяти забруднюючих речовин, які викидають джерела підприємства, необхідно розрахувати поля максимальних приземних концентрацій тільки для дев'яти із загального списку та двох груп сумації.

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

Аналіз найбільших значень максимальних приземних концентрацій, які створюють джерела викидів, дозволили поля поділити на дві групи.

У першу були віднесені ті, де навіть найбільші значення максимальних приземних концентрацій не перевищували ГДК_{мр}, а до другої увійшли ті, де були зафіксовано перевищення ГДК_{мр} з різною мірою.

Отже, джерела викидів п'яти забруднюючих речовин та однієї групи сумації (пил вугільного концентрату, марганець та його сполуки, діоксид сірки, група сумації №28, оксид вуглецю та окис заліза), не формують в приземному шарі атмосфери за несприятливих метеорологічних умов концентрації, що перевищують ГДК_{мр}. Тому для джерел викидів цих речовин можна встановити нормативи на рівні їх фактичного викиду.

Що стосується другої групи полів (з перевищенням ГДК_{мр}), то тут виявили досить широкий діапазон перевищення нормативів якості атмосфери (від 1.016 ГДК_{мр} для пилу абразивного-металевого до 6,483 ГДК_{мр} для пилу неорганічного). Тому провели спільний аналіз джерел викидів та полів максимальних приземних концентрацій тих забруднюючих речовин, де виявлені перевищення ГДК.

Аналіз полів максимальних приземних концентрацій оксидів азоту, пилу абразивно-металевого та групи сумації № 31, де виявили зони з невеликим перевищенням ГДК_{мр}, дозволив сформулювати наступні висновки:

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

Найбільший вклад в формування зони перевищення ГДК_{мр} для пилу неорганічного вносить неорганізоване джерело викиду №8 (склад щебеню). Аналіз розмірів зони забруднення для пилу неорганічного виявив, що вони перевищують нормативні розміри СЗЗ в північному та західному напрямку на 50 метрів, а в південному – на 30 метрів. Це свідчить про порушення вимог природоохоронного законодавства України. Тому необхідно запланувати

заходи по організації джерела №8, що зможе зменшити кількість пилю неорганічного, яке надходить до атмосфери.

Аналогічний аналіз провели для зони забруднення, які формують джерела викиду пилю деревини. Встановлено, що розміри зони забруднення перевищують нормативні розміри СЗЗ в північному напрямку на 100 метрів. Причому найбільший вклад вносить організоване джерело №1 на деревообробній ділянці цеху № 5, де для видалення дрібного пилю використовують вентиляційну установку ВУ-2 . Для зменшення забруднення необхідно визначити доцільність таких заходів, як збільшення висоти вентиляційної труби чи встановлення циклону з необхідною ефективністю.

На останньому етапі дослідження був проведений аналіз несприятливих метеорологічних умов (НМУ), який дозволив встановити, що для підприємства такими умовами є штиль, та слабкий вітер практично при всіх напрямках.

Отже, виробнича діяльність «Відокремлений структурний підрозділ Каховська дистанція колії №16 Одеської залізниці» впливає негативно на атмосферне повітря міста Таврійськ в районі розташування цього підприємства. Підприємству необхідно розробити і провести природоохоронні заходи, які дозволять здійснювати виробничу діяльність у рамках законодавства України.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Державна служба статистики України. Головне управління статистики у Херсонській області. URL: <http://ks.ukrstat.gov.ua/pro-khersonsku-oblast/470-zagalni-vidomosti/198-zagalni-vidomosti-2.html>
2. Херсонська область.
URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/Херсонська_область
3. Стратегія розвитку Херсонської області на період 2021-2027 року URL: <https://www.minregion.gov.ua/wp-content/uploads/2020/04/strategiya-rozvytku-hersonskoyi-oblasti-na-period-2021-2027-rokiv.pdf>
4. Рель'єф Херсонської області.
URL: <http://mycity.kherson.ua/pryroda/relief.html>
5. Клімат Херсонської області. URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/Клімат_Херсонської_області
6. Природно заповідний фонд міста URL: <https://miskrada.kherson.ua/pro-kherson/ekologichnij-pasport/pryroдно-zapovidnyj-fond-mista/>
7. Регіональна доповідь про стан навколишнього природного середовища у Херсонській області у 2019 році.
URL: <https://mepr.gov.ua/files/docs/Reg.report/2019/Херсонська%20область.pdf>
8. Малеев В.О., В.М. Безпальченко В.М. Стан атмосферного повітря міста Херсон. URL: <https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahUKEwjEwbKXmfr3AhVokosKHd6hDO4QFnoECAQQAQ&url=https%3A%2F%2Fcyberleninka.ru%2Farticle%2Fn%2Fsostoyanie-atmosfernogo-vozduha-goroda-hersona.pdf&usg=AOvVaw0Tv9127Tb3x6l2pR1hpHik>

9 Методика расчета концентраций в атмосферном воздухе загрязняющих веществ, содержащихся в выбросах предприятий, ОНД-86. Госкомгидромет 1987. Л.: Гидрометеиздат. 94 с.

10. Державні санітарні правила охорони атмосферного повітря населених місць (від забруднення хімічними та біологічними речовинами). Затверджено наказом Міністерства охорони здоров'я України від 9 липня 1997 р. N 201 Редакція від 07.08.2014. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0201282-97#Text>

11. Інструкція автоматизованого комплексу «ЕОЛ 2000». Програма по автоматизованому розрахунку забруднення атмосферного повітря шкідливими викидами промислових підприємств ПК «ЕОЛ ». Київ, ООО «Софт-фонд», 2000. 122 с.

12. Агенція регіонального розвитку Таврійського об'єднання територіальних громад URL: <https://www.arr.ks.ua/region/>

13. Карти Google.
URL: <https://www.google.com.ua/maps/place/вулиця+Магістральна,+Таврійськ>

14. Звіт по інвентаризації стаціонарних джерел викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря на промшгороді Відокремленого структурного підрозділу Каховська дистанція колії №16 Одеської залізниці. Виконала фірма ООО «Спеціаліст» на підставі договору № П-14-925 НЮ від 13 листопада 2019 р.

15 Державні санітарні правила планування та забудови населених пунктів. Затверджено наказом Міністерства охорони здоров'я в Україні № 173 від 19.07.1996 р. URL: <http://www.nas.gov.ua/zakon1.rada.gov.ua/cgi-bin/laws/main.cgi/>

16 Гранично допустимі концентрації хімічних і біологічних речовин в атмосферному повітрі населених місць.

URL: http://ips.ligazakon.net/document/re34439?an=1&ed=2020_01_14 (дата звернення 18.04.2022 р.).

17 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.

URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0341-06#Text>

ДОДАТКИ

ДОДАТОК А**СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ
КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ БАКАЛАВРА**

Черемисін Г.С. Характеристика відокремленого структурного підрозділу Каховська дистанція колії №16 як джерела забруднення атмосфери. Матеріали Студентської наукової конференції Одеського державного екологічного університету. Одеса: ОДЕКУ, 2022. С. 263 -264.