

ОДЕСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ І. І. МЕЧНИКОВА

Факультет гідрометеорології і екології

Кафедра екологічного права і контролю

Кваліфікаційна робота

на здобуття ступеня вищої освіти «бакалавр»

АНАЛІЗ ПОЛІВ МАКСИМАЛЬНИХ ПРИЗЕМНИХ КОНЦЕНТРАЦІЙ, ЩО УТВОРЮЮТЬСЯ ВИКИДАМИ ПІДПРИЄМСТВА «ОДЕСКАБЕЛЬ» ANALYSIS OF FIELDS OF MAXIMUM GROUND-LEVEL CONCENTRATIONS FORMED BY EMISSIONS FROM THE «ODESKABEL» ENTERPRISE

Виконав: здобувач денної форми навчання
спеціальності 101 «Екологія»

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

Бузурний Олег Васильович

(прізвище, ім'я, по-батькові здобувача)

Керівник ст. викладач Тимощук М.О.

(науковий ступінь, вчене звання, прізвище, ініціали) (підпис)

Консультант к.геогр.н., доц., Владимирова О.Г.

(науковий ступінь, вчене звання, прізвище, ініціали) (підпис)

Рецензент ст.викладач Чернякова О.І.

(науковий ступінь, вчене звання, прізвище, ініціали)

Рекомендовано до захисту:
Протокол засідання кафедри
екологічного права і контролю
№ 9 від 08. 06. 2026 р.

Завідувач кафедри

Олексій БУРГАЗ

(підпис)

(прізвище, ім'я)

Захищено на засіданні ЕК № 1
протокол № від . . 2026 р.

Оцінка / /
(за національною шкалою/шкалою ECTS/ бали)

Голова ЕК

(підпис)

Олена НІКІПЕЛОВА

(прізвище, ім'я)

Одеса 2026

АНОТАЦІЯ

Бузурний О.В. Аналіз полів максимальних приземних концентрацій, що утворюються викидами підприємства «Одескабель»

Кваліфікаційну роботу присвячено дослідженню закономірностей формування міського екологічного стану атмосферного повітря під впливом промислово-транспортного комплексу та розробці заходів з його поліпшення. У роботі розглянуто теоретичні аспекти міського забруднення («вуличні каньйони», «острови тепла») та детально проаналізовано екологічне законодавство України станом на 2026 рік у розрізі євроінтеграційних вимог та імплементації Директив ЄС.

Дано повну характеристику джерел викидів ПАТ «Одескабель» (121 джерело, загальний обсяг викидів 2021,54 т/рік). За допомогою програмного комплексу «ЕОЛ» виконано розрахунок розсіювання домішок та проаналізовано поля максимальних приземних концентрацій у 8 контрольних точках на межі 100-метрової санітарно-захисної зони. Виявлено перевищення нормативів ГДК для оксиду вуглецю (з урахуванням фону), пилу деревини та твердих речовин. Запропоновано інженерно-технічні рішення щодо модернізації систем аспірації та впровадження пилоосадових камер, що дозволить знизити викиди пилу деревини в 5-6 разів. Також сформульовано рекомендації для транспортно-логістичної стратегії м. Одеса (зони LEZ, "Shore-to-Ship", розумні світлофори).

Робота складається з 5 розділів, містить 10 таблиць, 41 малюнок та посилань із 24 джерел. Загальний обсяг кваліфікаційної роботи 91 сторінка.

Ключові слова: *атмосферне повітря, міське забруднення, вуличні каньйони, ПАТ «Одескабель», розрахунок розсіювання, ПК «ЕОЛ», санітарно-захисна зона, пил деревини, оксид вуглецю, Директиви ЄС, природоохоронні заходи.*

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СКОРОЧЕНЬ	4
ВСТУП.....	5
1 ОСОБЛИВОСТІ ЗАБРУДНЕННЯ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ У МІСТАХ	8
1.1 Вплив міського забруднення на здоров'я мешканців	10
1.2 Інженерні методи боротьби з ефектом «вуличних каньйонів»	11
1.3 Практичний аналіз стану забруднення атмосферного повітря в Одеському регіоні і м. Одеса.....	12
1.3.1 Рекомендації щодо покращення стану атмосферного повітря м. Одеса.....	14
2 ХАРАКТЕРИСТИКА ЧИННОГО ЗАКОНОДАВСТВА УКРАЇНИ ЩОДО ОХОРОНИ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ	17
2.1 Аналіз базових положень Закону України «Про охорону атмосферного повітря»	17
2.2 Аналіз підзаконних актів у сфері охорони атмосферного повітря	19
2.3 Євроінтеграційні вимоги та імплементація вимог Директив ЄС в національне законодавство.....	25
2.4 Державний контроль та юридична відповідальність за порушення законодавства про охорону атмосферного повітря.....	27
3 МЕТОДИКА РОЗРАХУНКУ ОСНОВНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ЗАБРУДНЕННЯ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ ВИКИДАМИ ПРОМИСЛОВИХ ПІДПРИЄМСТВ.....	31
4 ХАРАКТЕРИСТИКА ПІДПРИЄМСТВА «ОДЕСКАБЕЛЬ» ЯК ДЖЕРЕЛА ЗАБРУДНЕННЯ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ	35
4.1 Загальні відомості про підприємство.....	35
4.2 Характеристика основних виробничих процесів	39
5 АНАЛІЗ ПОЛІВ МАКСИМАЛЬНИХ ПРИЗЕМНИХ КОНЦЕНТРАЦІЙ, ЩО СТВОРЮЮТЬ ДЖЕРЕЛАЛА ВИКИДІВ ПІДПРИЄМСТВА «ОДЕСКАБЕЛЬ».....	46
ВИСНОВКИ	49
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ	51
ДОДАТОК А	55
ДОДАТОК Б.....	57
ДОДАТОК В.....	59

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СКОРОЧЕНЬ

КМУ – Кабінет Міністрів України;

ПАТ – публічне акціонерне товариство;

ГДК – гранично допустима концентрація;

АСМ – автоматизована система моніторингу;

НДТМ – найкращі доступні технології та методи управління;

НМУ – несприятливі метеорологічні умови;

ОВА – обласна військова адміністрація;

ДСНС – Державна служба надзвичайних ситуацій;

СЗЗ – санітарно-захисна зона;

ОВД – оцінка впливу на довкілля;

МЗВ – моніторинг, звітність та верифікація;

ГДВ – гранично допустимі викиди;

ТОВ – товариство обмеженої відповідальності;

ЦМК – цех мідного кабелю;

ВК – високочастотний кабель;

РМЦ – ремонтно-механічний цех.

ВСТУП

Актуальність теми. Забруднення атмосферного повітря у великих містах є однією з найгостріших екологічних проблем сучасності. Місто являє собою складну урбоекосистему, де тисячі джерел викидів взаємодіють зі специфічною щільною забудовою та особливим мікрокліматом. Специфіка міського забруднення полягає в домінуванні пересувних джерел (транспорту), викиди якого здійснюються безпосередньо в дихальну зону людини (на висоті 0,5–1,5 м), а також у виникненні шкідливих аеродинамічних та термічних ефектів, таких як «вуличні каньйони» та «острови тепла». Хронічна експозиція населення низькими дозами токсичних речовин (дрібнодисперсного пилу $PM_{2,5}$ та PM_{10} , діоксиду азоту, формальдегіду) призводить до системних захворювань серцево-судинної, дихальної та нервової систем.

Для міста Одеса ця проблема є надзвичайно актуальною через поєднання щільної забудови історичного центру, великого потоку автомобільного і вантажного транспорту, а також потужного портово-промислового комплексу. Особливо гостро постає питання оцінки впливу на атмосферу діючих великих промислових об'єктів, таких як ПАТ «Одескабель», які розташовані в межах міста та межують із житловою забудовою і рекреаційними зонами. У зв'язку з цим, проведення детального аналізу полів приземних концентрацій забруднюючих речовин, оцінка достатності санітарно-захисних зон (СЗЗ) та розробка інженерно-екологічних заходів із мінімізації викидів є важливим науково-практичним завданням.

Додаткової актуальності роботі додає сучасний етап реформування екологічного законодавства України (протягом 2024–2026 рр.), що передбачає повну цифровізацію через платформу «ЕкоСистема», інтеграцію вимог Директив ЄС (зокрема Директиви 2010/75/ЄС про промислові викиди

та Директиви 2008/50/ЄС про якість повітря), впровадження найкращих доступних технологій та методів управління (НДТМ), а також посилення юридичної та фінансової відповідальності за наднормативне забруднення довкілля.

Мета і завдання дослідження. Метою кваліфікаційної роботи є оцінка стану забруднення атмосферного повітря урбанізованих територій на прикладі Одеського регіону та ПАТ «Одескабель», аналіз полів максимальних приземних концентрацій шкідливих речовин і обґрунтування інженерно-екологічних заходів для покращення якості повітря.

Для досягнення поставленої мети було вирішено такі завдання:

1. Дослідити теоретичні особливості формування «міського коктейлю» забруднення, вплив метеорологічних умов та архітектурних факторів на розсіювання домішок.
2. Проаналізувати сучасний стан чинного законодавства України та євроінтеграційні вимоги у сфері охорони атмосферного повітря станом на 2026 рік.
3. Надати комплексну екологічну характеристику ПАТ «Одескабель» як джерела забруднення атмосфери.
4. Провести математичне моделювання та аналіз полів максимальних приземних концентрацій забруднюючих речовин у зоні впливу підприємства за допомогою програмного комплексу «ЕОЛ».
5. Розробити практичні рекомендації та природоохоронні заходи щодо зниження викидів пріоритетних забруднювачів для об'єкта дослідження та транспортної системи міста.

Об'єкт дослідження - процес формування та розсіювання забруднення атмосферного повітря під впливом промислових підприємств та урбанізованого середовища.

Предмет дослідження - джерела викидів ПАТ «Одескабель», поля максимальних приземних концентрацій шкідливих речовин (зокрема пилу деревини та оксиду вуглецю) на межі санітарно-захисної зони, а також нормативно-правові та інженерні методи їхнього зниження.

Методи дослідження. У роботі використано комплекс методів: системний аналіз наукової літератури та нормативно-правової бази; статистичні методи обробки даних моніторингу; математичне моделювання розсіювання шкідливих речовин в атмосфері з використанням спеціалізованого програмного забезпечення («ЕОЛ») відповідно до методологічних вимог.

1 ОСОБЛИВОСТІ ЗАБРУДНЕННЯ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ У МІСТАХ

Забруднення атмосферного повітря в містах суттєво відрізняється від забруднення в сільській місцевості або поблизу окремих промислових гігантів. Місто - це складна екосистема, де тисячі джерел викидів взаємодіють із специфічною архітектурою та мікрокліматом [1].

Ось головні особливості, які характеризують «міський коктейль» забруднення:

1. Домінування пересувних джерел (транспорт). У сучасному місті (особливо такому, як Одеса) частка викидів від автомобілів може сягати 70-90%. Викиди відпрацьованих газів автотранспорту здійснюються на низьких висотах (0,5-1,5м від землі), тому вони потрапляють безпосередньо в дихальну зону людини. Також такі викиди характеризуються циклічністю. Пікові концентрації чітко збігаються з годинами «пік» (ранок та вечір).

2. Ефект «Вуличних каньйонів». Висока щільна забудова вздовж вузьких вулиць створює так звані «вуличні каньйони». Будинки стають перешкодою для вітру. Замість горизонтального провітрювання виникають турбулентні вихри, які «зациклюють» забруднення всередині кварталу. Створюється застій повітря. Це призводить до накопичення шкідливих речовин. Концентрація шкідливих речовин на рівні тротуарів у каньйонах може бути в 5–10 разів вищою, ніж на відкритих ділянках.

3. «Острів тепла» та вертикальна циркуляція. Міста зазвичай на 2-5°C тепліші за навколишні території через велику кількість асфальту, бетону та роботу кондиціонерів. Спостерігається ефект теплового куполу, коли нагріте повітря піднімається вгору над центром міста, а на його місце з околиць підтягується прохолодніше повітря. Це створює замкнену циркуляцію, яка утримує міський смог всередині «купола». Велике значення у формуванні «островів тепла» відіграє температурна інверсія. Якщо на

висоті створюється теплий шар повітря, то у безвітряну погоду це може спрацювати як «кришка», не даючи викидам розсіюватися вгору.

4. Вторинне забруднення та фотохімічний смог. Міське повітря – це не просто суміш газів, а скоріше хімічний реактор. Під впливом сонячного випромінювання первинні викиди (оксиди азоту, вуглеводні) вступають у реакцію і утворюють, особливу влітку, дуже токсичні хімічні речовини, наприклад, приземний озон, формальдегід тощо.

5. Специфічне пилове забруднення. У місті пил має особливу природу. Велика частина дрібнодисперсного пилу в містах - це продукти тертя шин об асфальт та металевий пил від гальмівних колодок. Також значна кількість дрібнодисперсного пилу потрапляє в атмосферне повітря від будівельних робіт і від руйнування будівель. Постійні ремонтні роботи, будівництво, а під час війни ще й руйнування будівель і споруд в наслідок обстрілів, є потужними локальними джерелами частинок, які довго тримаються в повітрі через відсутність відкритого ґрунту та трави (де пил міг би осісти).

6. Вплив «зелених зон». Зелені насадження в місті працюють як фільтри, але їхня ефективність залежить від планування. Чим більше зелених насаджень у місті тим вище фільтрація атмосферного повітря. Листя затримує до 40% пилу. Але не правильне висадження зелених насаджень може призвести і до погіршення стану атмосферного повітря у місті. Якщо дерева висаджені занадто щільно вздовж дороги в «каньйоні», вони можуть навпаки перешкоджати провітрюванню, концентруючи вихлопні гази під своєю кроною [2].

Отже, головна небезпека міського забруднення - це його багатокomпонентність та близькість до людини. Навіть якщо загальна кількість викидів у місті менша, ніж на одному металургійному комбінаті, шкода здоров'ю може бути більшою через постійний контакт із «низькими» викидами транспорту.

1.1 Вплив міського забруднення на здоров'я мешканців

Особливість міського впливу полягає у хронічній експозиції низькими дозами. Людина не отримує гострого отруєння відразу, але її організм роками бореться з агресивним середовищем.

Ключовими патологічними механізмами впливу є [3]:

- Дрібнодисперсний пил ($PM_{0,5}$ та PM_{10}): Оскільки ці частинки надзвичайно малі, вони минають захисні бар'єри носоглотки і потрапляють прямо в альвеоли легень, а звідти - у кровотік. Це спричиняє системне запалення, підвищує ризик тромбозів, інфарктів та інсультів.
- Діоксид азоту (NO_2): "Професійний" подразник дихальних шляхів. У дітей, що живуть біля жвавих магістралей в Одесі, ризик розвитку астми на 40% вищий, ніж у мешканців спальних районів.
- Формальдегід та Бензопірен: Це канцерогени. Їхня особливість у місті - здатність накопичуватися в пилу, який діти вдихають під час прогулянок на ігрових майданчиках біля доріг.
- Приземний озон (O_3): Сильний окисник. Влітку він викликає "міський кашель", подразнення очей та загострення алергій.

В табл.1.1 наведено наслідки тривалого впливу деяких забруднюючих речовин на певні органи організму людини [4].

Як бачимо з табл.1.1 від впливу атмосферного забруднення насам перед страждає серцево-судинна система, органи дихання, нервова система та нирки.

Таблиця 1.1 – Вплив основних забруднювачів на організм людини

Забруднювач	Основна мішень в організмі	Наслідки тривалого впливу
$PM_{0,5}$	Серцево-судинна система	Ішемічна хвороба, гіпертонія, скорочення життя на 1–2 роки
NO_2 / SO_2	Нижні дихальні шляхи	Хронічний бронхіт, зниження імунітету до вірусів
CO (чадний газ)	Кров (гемоглобін)	Хронічна гіпоксія, головні болі, швидка втомлюваність
Важкі метали	Нервова система, нирки	Зниження когнітивних здібностей у дітей, анемія

1.2 Інженерні методи боротьби з ефектом «вуличних каньйонів»

Якщо архітектори вже побудували місто з вузькими вулицями (як старий центр Одеси), екологи та інженери пропонують при будівництві нової забудови такі рішення для покращення аерації [5]:

- По-перше, геометрична оптимізація. Оптимальне співвідношення висоти будівель (H) до ширини вулиці (W) має бути менше за 0,5. Якщо вулиця занадто вузька, виникає застій. Застосовувати так звану ступінчасту архітектуру. Будинки з відступами на верхніх поверхах (setbacks) дозволяють вітру «спускатися» донизу і вимивати забруднення. Замість суцільної стіни будинків робити розриви в забудові, необхідно створювати «вікна провітрбвання» кожні 50-100 метрів.

- По-друге, «розумне» озеленення. Пропонується застосовувати вертикальне озеленення (зелені стіни): на відміну від дерев з густою кроною, в'юнкі рослини на стінах будинків поглинають шум і пил, але не перешкоджають руху вітру всередині каньйону. Треба правильно вибирати сорти дерев для висадки в новій забудові: замість каштанів з широким листям у вузьких каньйонах краще висаджувати дерева з ажурною кроною (наприклад, акації або певні види кленів), які пропускають повітряні потоки. Застосовувати трав'яні фільтри: низькі кущі біля доріг затримують важкий пил від шин, не даючи йому підніматися вище.

- По-третє, технічні і логістичні рішення. Треба проводити активну вентиляцію, для цього рекомендується встановлювати великі системи примусової витяжки в підземних переходах та тунелях, що виходять у каньйони. Використовувати фотокаталітичне покриття (плитка та фарби з діоксидом титану). Під дією сонця таке покриття розщеплює оксиди азоту, що осідають на поверхні, перетворюючи їх на нешкідливі солі. Обмежувати трафік: впроваджувати зони з низькими викидами (Low Emission Zones), куди заборонено в'їзд старим дизельним авто.

Слід наголосити, що для Одеси найбільш актуальним є поєднання «зелених стін» та обмеження руху транспорту в історичному центрі. Вулиці на кшталт Рішельєвської чи Італійської (Пушкінської) є класичними «каньйонами», де лише інженерні методи (наприклад, створення пішохідних зон у вихідні) можуть реально знизити рівень NO_2 [6].

1.3 Практичний аналіз стану забруднення атмосферного повітря в Одеському регіоні і м. Одеса

Одеський регіон характеризується поєднанням потужного транспортно-логістичного сектору, портової інфраструктури та підприємств енергетики.

Ключовими специфічними забруднювачами атмосферного повітря міста є [7]:

- Автотранспорт: За даними моніторингу, понад 70-80% усіх викидів у м. Одеса припадає на пересувні джерела. Це зумовлено високою щільністю забудови центру міста та великим потоком вантажного транспорту до портів.
- Портова діяльність: Викиди від суден (оксиди сірки та азоту), а також пил під час перевалки сипких вантажів (зерно, вугілля, руда) в Одеському, Чорноморському та Південному портах.
- Енергетика та промисловість: Одеська ТЕЦ, підприємства припортового заводу (ОПЗ) у м. Південне, нафтопереробні та цементні потужності.

Згідно з даними постів спостереження Гідрометцентру Чорного та Азовського морів, основними речовинами, концентрації яких часто перевищують середньодобові гранично допустимі (ГДК), є [9, 10,11]:

1. Формальдегід: Характерне перевищення у 2-4 рази, особливо в літній період через високу температуру та фотохімічні реакції в приземному шарі повітря.

2. Діоксид азоту: Продукт згоряння палива в двигунах автомобілів. Найбільші концентрації фіксуються в районах залізничного вокзалу, Пересипу та магістральних вулиць (вул. Балківська, просп. Небесної Сотні).

3. Оксид вуглецю: Стабільно високі показники в години «пік» на транспортних розв'язках.

4. Пил (зважені речовини): Специфічна проблема для Одеси, посилена степовими вітрами та відсутністю достатньої кількості зелених зон.

Одеса має унікальний метеорологічний режим, який впливає на розсіювання викидів :

- Позитивний вплив: Морські бризи вдень сприяють очищенню прибережної зони, виносячи забруднене повітря вглиб суходолу.
- Негативний вплив (Інверсії): У безвітряні дні (антициклони) над містом утворюється шар теплого повітря, який «притискає» викиди до землі, утворюючи смог. Це особливо небезпечно в районі Пересипу, який знаходиться в низині.

В одеському регіоні існує сучасна мережа моніторингу стану забруднення атмосферного повітря, яку у 2024–2026 роках і було розширено. Мережа моніторингу стану забруднення атмосфери містить у собі [10,11]:

- Стаціонарні пости Гідрометцентру: (традиційні 8 постів в Одесі), які проводять відбір проб 4 рази на добу.
- Муніципальні станції: Встановлено сучасні датчики автоматичного моніторингу якості повітря (наприклад, біля мерії, на Таїрова та селищі Котовського), результати яких доступні онлайн у реальному часі.
- Громадський моніторинг: Активний розвиток мережі датчиків *EcoCity* та *AirVisual*, які дозволяють мешканцям самостійно відстежувати рівень $PM_{2.5}$ та PM_{10} (дрібнодисперсного пилу).

1.3.1 Рекомендації щодо покращення стану атмосферного повітря м. Одеса

Оскільки транспорт є головний забруднювач Одеси, основні зусилля мають бути спрямовані на розвантаження історичного центру та «вуличних каньйонів».

Можна рекомендувати застосування такої транспортної стратегії та логістики:

- Впровадження зон низьких викидів (Low Emission Zones - LEZ): Обмеження в'їзду вантажного та старого дизельного транспорту в історичний ареал (межі вулиць Старопортофранківська — Пантелеймонівська — Канатна).
- Режим «Пішохідний центр»: Розширення практики перекриття руху на вихідні та святкові дні (вул. Дерибасівська, Рішельєвська, Європейська) для природного самоочищення повітря.
- Інтелектуальна транспортна система (ITS): Впровадження «розумних» світлофорів з адаптивним керуванням на завантажених магістралях (вул. Балківська, просп. Добровольського) для мінімізації режиму «stop-and-go», під час якого викиди NO_2 та CO зростають у 3-4 рази.

Як відомо м. Одеса має свою специфічну забудову, яка сприяє накопиченню забруднюючих речовин у приземному шарі атмосфери (наприклад, вулиці типу Італійської чи Рішельєвської, де провітрювання ускладнене). Тому для покращення стану атмосферного повітря міста можна рекомендувати деякі архітектурно-інженерні рішення, а саме:

- Використання фотокаталітичних матеріалів: Під час капітального ремонту тротуарів та фасадів використовувати покриття з наночастинками діоксиду титану, які під дією сонячного світла розщеплюють оксиди азоту (NO_x).
- Вертикальне озеленення фасадів: Стимулювання власників комерційної нерухомості до встановлення систем вертикального озеленення.

Це не лише затримує пил, а й знижує температуру поверхні стін, зменшуючи ефект «острова тепла».

- Регламентація висотності забудови: При розробці детальних планів територій (ДПТ) заборонити створення суцільних фасадних ліній («стін») у прибережній зоні, щоб не блокувати морські бризи, які є головним «вентилятором» міста.

Покращення стану атмосферного повітря м. Одеса можна також досягти шляхом екологізації комунального сектору та порту, за рахунок впровадження таких заходів:

- Перехід на «Зелений громадський транспорт»: Повна відмова від автобусів з ДВЗ на користь електробусів та трамваїв. Одеса вже має успішний досвід зі збирання трамваїв «Одіссей», цей темп слід нарощувати.
- Впровадження системи "Shore-to-Ship": Обладнання причалів Одеського порту системами електропостачання з берега. Це дозволить суднам вимикати допоміжні двигуни під час стоянки, що радикально знизить викиди сірки та азоту в районі Приморського бульвару.

Не останню роль у покращенні стану атмосферного повітря міста може відігравати моніторинг і публічний контроль., а саме:

- Розширення муніципальної мережі АСМ: Встановлення щонайменше 10 додаткових автоматичних станцій моніторингу, інтегрованих у платформу «ЕкоСистема», з обов'язковим вимірюванням частинок дрібнодисперсного пилу $PM_{2,5}$.
- Система оповіщення населення: Створення міського онлайн-табло або мобільного додатка, який би попереджав мешканців про критичні рівні забруднення (особливо влітку під час штилю) та надавав рекомендації (наприклад, уникати прогулянок з дітьми в районі Пересипу).

Очікувані результати від впровадження рекомендованих вище заходів наведено у табл.1.2 [8].

Таблиця 1.2 – Очікуваний ефект від впровадження заходів

Захід	Очікуване зниження забруднення	Пріоритетність
LEZ (Зона низьких викидів)	-25% NO ₂ в центрі	Висока (1-2 роки)
"Shore-to-Ship" у порту	-15% SO _x в прибережній зоні	Середня (3-5 років)
Розумні світлофори	-10% CO на магістралях	Висока (1 рік)
Вертикальне озеленення	-40% пилу на локальних ділянках	Середня (постійно)

2 ХАРАКТЕРИСТИКА ЧИННОГО ЗАКОНОДАВСТВА УКРАЇНИ ЩОДО ОХОРОНИ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ

Законодавство України у сфері охорони атмосферного повітря є багаторівневим. Важливо зазначити, що фундаментальним є ст. 50 Конституції України (право на безпечне довкілля) [12]. Законодавство складається з таких ключових рівнів:

- Законодавчий: Закон «Про охорону атмосферного повітря», Кодекс про надра, Закон «Про охорону навколишнього природного середовища».
- Підзаконний: Постанови Кабінету Міністрів України (КМУ), що регулюють порядок видачі дозволів, проведення моніторингу та ведення державного обліку.
- Міжнародний: Рамкова конвенція ООН про зміну клімату, Монреальський протокол, Угода про асоціацію з ЄС.

2.1 Аналіз базових положень Закону України «Про охорону атмосферного повітря»

Закон України «Про охорону атмосферного повітря» [13] є фундаментальним актом, що визначає правові та організаційні основи щодо збереження та відновлення природного стану атмосферного повітря, запобігання і зниження шкідливого впливу на нього.

Закон чітко окреслює, що об'єктом правової охорони є не просто повітря як суміш газів, а сприятливий стан середовища життєдіяльності.

Ключовими принципами, закладеними в сучасну редакцію Закону (з урахуванням змін 2022-2025 рр.), є:

- Пріоритетність охорони здоров'я: Будь-яка господарська діяльність не повинна призводити до незворотного погіршення стану повітря.

- Принцип «забруднювач платить»: Суб'єкти господарювання зобов'язані фінансувати заходи щодо зниження викидів та компенсувати збитки.

- Гласність: Доступ громадськості до інформації про якість повітря та участь у прийнятті рішень (обговорення дозволів).

Критично важливим аспектом для екологічної експертизи є система нормування викидів забруднюючих речовин (статті 4-9 Закону). Закон впроваджує ієрархію нормативів:

1. Нормативи екологічної безпеки (ГДК): Гранично допустимі концентрації забруднюючих речовин в атмосферному повітрі для людей і екосистем.

2. Нормативи гранично допустимих викидів (ГДВ): Встановлюються для кожного конкретного джерела (труби, установки).

3. Технологічні нормативи: Відносно нова категорія, яка базується на Найкращих доступних технологіях та методах управління (НДТМ). Це означає, що держава диктує не просто "скільки можна викидати", а "яке обладнання має стояти".

Одним із найважливіших механізмів Закону є регулювання викидів через систему дозволів. Станом на 2026 рік діє чітка класифікація підприємств за ступенем їхнього впливу. Всі підприємства за ступенем їх впливу на атмосферне повітря поділяються на I, II та III групи.

В табл.2.1 наведена характеристика кожної групи підприємств, хто і на який термін видає дозвіл на викиди таким підприємствам.

Важливо: Закон вимагає обов'язкового проведення публічних обговорень перед видачею дозволу для I та II груп, що є вимогою Орхуської конвенції.

Закон зобов'язує суб'єктів господарювання I та II груп:

- Здійснювати інвентаризацію викидів забруднюючих речовин.
- Встановлювати автоматизовані системи контролю на джерелах викидів (вимога для нових та модернізованих підприємств з 2024 року).

- Подавати щорічний звіт про виконання умов дозволу на викиди через цифрову платформу «ЕкоСистема».

Таблиця 2.1 – Дозвільна система та розподіл об’єктів (стаття 11 Закону [13])

Група об’єктів	Характеристика об’єктів	Хто видає дозвіл	Термін дії
I група	Об’єкти, які взяті на державний облік і мають виробництва або технологічне устаткування, на яких повинні впроваджуватися НДТМ.	Міндовкілля	7 років
II група	Об’єкти, які взяті на державний облік і не мають НДТМ-вимог.	Обласні держадміністрації	10 років
III група	Об’єкти, які не взяті на державний облік (дрібні забруднювачі).	Обласні держадміністрації	Безстроково

Стаття 11 та Стаття 16 Закону [13] регламентують дії у разі несприятливих метеорологічних умов (НМУ). Підприємства зобов’язані мати заздалегідь розроблені плани щодо скорочення викидів у періоди, коли через погоду (штиль, інверсія) забруднення накопичується в приземному шарі повітря.

За порушення вимог законодавства про охорону атмосферного повітря передбачається адміністративна, цивільна та кримінальна відповідальність. Контроль за дотриманням вимог законодавства здійснює Державна екологічна інспекція. Особливістю сучасної практики є те, що крім штрафів, Держекоінспекція розраховує збитки, завдані державі.

2.2 Аналіз підзаконних актів у сфері охорони атмосферного повітря

Підзаконні акти деталізують процедури, встановлюють технічні вимоги та визначають форми звітності. У сучасних умовах (2024–2026 рр.) основний акцент зміщено на цифровізацію та прозорість дозвільних процедур.

Порядок проведення робіт пов'язаних з видачою дозволів на викиди затверджено Постановою КМУ №302 [14].

Ця Постанова є головним інструментом для екологів підприємств. Вона визначає «дорожню карту» отримання права на викиди.

Згідно з цією постановою на підготовчому етапі отримання дозволу підприємство має провести інвентаризацію джерел викидів та розробити документи, у яких обґрунтовуються обсяги викидів. Вся процедура отримання дозволу на викиди має бути публічною. Суб'єкт господарювання зобов'язаний опублікувати в місцевих ЗМІ «Повідомлення про намір отримати дозвіл» для ознайомлення громадськості. З 2024 року подача документів для отримання дозволу на викиди здійснюється виключно через електронний кабінет на платформі «ЕкоСистема». Дозвіл видається лише за наявності позитивного висновку Держпродспоживслужби щодо відсутності загрози здоров'ю населення.

Порядок здійснення державного моніторингу стану довкілля затверджено Постановою КМУ №827 [15]. Цей акт є основою для реформи системи спостережень за станом повітря в Україні, максимально наближеною до Директив ЄС. Згідно з цією Постановою територія України поділена на зони та агломерації. Для кожної зони розробляється «Програма державного моніторингу». Якщо в зоні зафіксовано перевищення нормативів, органи місцевого самоврядування зобов'язані розробити План поліпшення якості атмосферного повітря. Дані з постів моніторингу повинні передаватися в режимі реального часу до загальнодержавної системи.

Для забезпечення екологічної безпеки, створення сприятливого середовища життєдіяльності, запобігання шкідливому впливу атмосферного повітря на здоров'я людей та навколишнє природне середовище здійснюється регулювання викидів найбільш поширених і небезпечних забруднюючих речовин. Перелік таких речовин затверджено Постановою КМУ №1598 [16]. Ця постанова встановлює «список цілей» для контролю.

У 2025 році перелік було синхронізовано з європейськими стандартами, додавши специфічні органічні сполуки та дрібнодисперсний пил, які раніше контролювалися фрагментарно. Речовини поділені на класи за ступенем небезпечності, що безпосередньо впливає на розрахунок екологічного податку.

В умовах воєнного та післявоєнного стану особливу увагу приділено збиткам за викиди, що виникли внаслідок пожеж, вибухів або інших надзвичайних ситуацій (зокрема через обстріли). Методика розрахунку розміру таких збитків затверджено Наказом Міндовкілля №175 [17].

Методика визначає формулу, за якою розраховується шкода:

$$R_{\text{ш}} = M_{\text{і викид}} \times C_{\text{п}} \times K_{\text{неб}} \times K_{\text{в}} \times K_{\text{мп}} \times K_{\text{пп}}, \quad (2.1)$$

де

$R_{\text{ш}}$ - розмір шкоди, грн;

$M_{\text{і викид}}$ - маса неорганізованого викиду забруднюючої речовини або суміші таких речовин в атмосферне повітря, внаслідок надзвичайних ситуацій та/або під час дії воєнного стану, т;

$C_{\text{п}}$ - ставка податку за неорганізовані викиди забруднюючих речовин або суміші таких речовин в атмосферне повітря, грн/т;

$K_{\text{неб}}$ - коефіцієнт класу небезпеки забруднюючих речовин або суміші таких речовин;

$K_{\text{в}}$ - коефіцієнт впливу на довкілля в залежності від тривалості події;

$K_{\text{мп}}$ - коефіцієнт, що залежить від масштабу подій;

$K_{\text{пп}}$ - коефіцієнт, що залежить від характеру походження події.

Загальний розмір $R_{\text{ш}}$ (заг) шкоди, розраховується як сума розмірів шкоди, за неорганізований викид в атмосферне повітря за сумарним показником кожної забруднюючої речовини або сумішей таких речовин.

В табл. 2.2 наведено порівняння ключових підзаконних актів.

Таблиця 2.2 – Порівняння ключових підзаконних актів в сфері охорони атмосферного повітря

Нормативний акт	Основна мета	Ключовий орган контролю
Постанова №302	Регулювання процедури отримання дозволів	Міндовкілля, ОВА
Постанова №827	Організація мережі моніторингу повітря	ДСНС, Міндовкілля, Громади
Наказ №177	Вимоги до звітності підприємств	Держекоінспекція
Постанова №303	Встановлення строків подачі декларацій	КМУ, Податкова служба

Аналіз підзаконних актів демонструє перехід від паперової бюрократії до цифрового контролю. Основною тенденцією є прозорість: завдяки платформі «ЕкоСистема» та Постанові №827 [15], будь-який громадянин може перевірити, чи має підприємство дозвіл і які дані показують датчики в його районі.

Особливу увагу сьогодні слід приділити новим правилам встановлення санітарно-захисної зони для підприємств.

Основним документом який регламентує правила встановлення санітарно-захисних зон (СЗЗ) для підприємств є Державні санітарні правила планування та забудови населених пунктів (ДСП №173-96), зі змінами, внесеними згідно з Наказами Міністерства охорони здоров'я №40 від 13.01.2026р. [18]. Згідно цих змін процедура встановлення СЗЗ зараз тісно інтегрована з:

- Законом України «Про систему громадського здоров'я» (який остаточно замінив старий закон про санітарне благополуччя).
- Законом України «Про оцінку впливу на довкілля» (ОВД).
- Постановами Кабінету Міністрів щодо цифровізації дозвільних процедур.

Як вказано у п.5.4 ДСП №173-96: «Промислові, сільськогосподарські підприємства, виробництва та інші суб'єкти господарювання, діяльність яких супроводжується забрудненням навколишнього природного середовища хімічними, фізичними або біологічними факторами, що спричиняють або потенційно можуть спричиняти шкідливий вплив на здоров'я людини (далі - об'єкти шкідливого впливу), у разі неможливості створення безвідходних технологій повинні бути відокремлені санітарно-захисними зонами. На зовнішній межі санітарно-захисної зони, зверненої до житлової та прирівняної до неї забудови, концентрації забруднюючих речовин та рівні небезпечних факторів не повинні перевищувати концентрації та рівні, встановлені державними медико-санітарними нормативами та регламентами, на межі курортно-рекреаційної зони - 0,8 від значення нормативу або регламенту».

Розміри СЗЗ для об'єктів шкідливого впливу слід встановлювати відповідно до Правил та з підтвердженням достатності таких розмірів за «Методикой расчета концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий» ОНД-86 [19].

Розмір СЗЗ залежить від класу шкідливості підприємства. Традиційно виділяють 5 класів. Нормативні розміри СЗЗ наведено у табл. 2.3.

Процес перестав бути просто «вибором цифри з таблиці» і перетворився на розрахунково-обґрунтовану процедуру. Для нових підприємств або реконструкції старих першим етапом є проходження процедури ОВД. У звіті з ОВД обов'язково обґрунтовується розмір СЗЗ на основі:

- Розрахунків розсіювання забруднюючих речовин в атмосферному повітрі.
- Розрахунків рівнів шуму, електромагнітного випромінювання та вібрації.

Якщо підприємство не може витримати нормативну зону (наприклад, 500 м) або якщо фактичне забруднення виходить за її межі, розробляється

окремий технічний проєкт. Він включає графічні матеріали та план заходів щодо озеленення й благоустрою зони. Проєкт подається до Держпродспоживслужби. На основі експертного висновку встановлюється остаточний розмір зони. Зараз цей процес максимально цифровізований через екологічні портали.

Таблиця 2.3 – Нормативні розміри санітарно-захисної зони [18]

Клас підприємства	Нормативний розмір СЗЗ	Приклади
I клас	1000 м	Великі хімічні комбінати, металургія, цементні заводи.
II клас	500 м	Виробництво добрив, великі деревообробні заводи.
III клас	300 м	Машинобудування, хімічні виробництва середньої потужності.
IV клас	100 м	Скляні заводи, виробництва паперу, великі друкарні.
V клас	50 м	Харчова промисловість, дрібне меблеве виробництво.

СЗЗ - це територія, де не можна жити, але можна працювати. У зоні заборонено розміщувати: житлові будинки та гуртожитки; дитячі садочки, школи, лікарні; спортивні споруди та парки відпочинку; підприємства харчової промисловості (якщо сусіднє підприємство їх забруднює).

Зараз особлива увага приділяється «кумулятивному ефекту». Якщо в одному промисловому вузлі стоять три заводи, їхні викиди додаються, і СЗЗ розраховується для всього вузла разом, щоб люди в найближчому селі чи районі не дихали «коктейлем» речовин.

Сьогодні встановлення СЗЗ - це баланс між інтересами бізнесу та правом громадян на безпечне довкілля.

2.3 Євроінтеграційні вимоги та імплементація вимог Директив ЄС в національне законодавство

Процес гармонізації українського законодавства із правом Європейського Союзу (*Acquis communautaire*) у сфері охорони повітря базується на виконанні Угоди про асоціацію [20]. Основна мета - перехід від застарілої радянської системи «контролю на кінці труби» до європейської моделі запобігання забрудненню.

Згідно із Угодою про асоціацію з ЄС Україна взяла на себе зобов'язання імплементувати в національне законодавство вимоги таких ключових Директив ЄС в сфері охорони атмосферного повітря як:

- Директива 2010/75/ЄС про промислові викиди (IED);
- Директива 2008/50/ЄС про якість атмосферного повітря та чистіше повітря для Європи;
- Директива 2016/2284 про скорочення національних викидів (NEC Directive).

Директива 2010/75/ЄС про промислові викиди це «наріжний камінь» реформи. Україна імплементувала її положення через прийнятий у 2024 році Закон «Про інтегроване запобігання та контроль промислового забруднення» [21]. Ключовими нововведеннями (станом на 2026 рік) є :

- Інтегрований довкіллевий дозвіл: Замість трьох окремих дозволів (на повітря, воду та відходи) великі підприємства-забруднювачі отримують один комплексний документ.
- Впровадження НДТМ (BAT): Підприємства зобов'язані дотримуватися висновків Найкращих доступних технологій та методів управління. Це технічні документи ЄС, що визначають граничні рівні викидів, які можна досягти при використанні найсучаснішого обладнання.
- Гнучкість та перехідні періоди: Для застарілих потужностей (наприклад, вугільної генерації) діють плани поступового зниження викидів до 2029–2033 років.

Директива 2008/50/ЄС про якість атмосферного повітря та чистіше повітря для Європи фокусується не на тому, що вилітає з труби, а на тому, чим дихає людина в конкретній точці міста. На виконання вимог цієї Директиви впроваджено жорсткі нормативи для дрібнодисперсного пилу, оксидів азоту та приземного озону. Якщо в певному районі (агломерації) рівень забруднення перевищує норму, місцева влада за законом [13] зобов'язана розробити та виконати план заходів щодо його зниження (наприклад, обмеження руху транспорту, модернізація котелень).

На виконання зобов'язань щодо імплементації вимог Директиви 2016/2284 про скорочення національних викидів Україна взяла на себе зобов'язання контролювати загальну кількість викидів по всій країні за п'ятьма головними забруднювачами:

1. Діоксид сірки.
2. Оксиди азоту.
3. Неметанові леткі органічні сполуки (НМЛОС).
4. Аміак.
5. Дрібнодисперсний пил.

Мета: Зменшення транскордонного забруднення та впливу на екосистеми (запобігання кислотним дощам та евтрофікації).

Станом на 2026 рік у національному законодавстві Україні тісно переплетені кліматична політика і викиди в повітря. Це проявляється через систему МЗВ (Моніторинг, Звітність і Верифікація викидів парникових газів) та систему торгівлі викидами.

В Україні прийняти Закон про моніторинг, звітність та верифікацію парникових газів [22], яким встановлюється, що підприємства зобов'язані звітувати про викиди парникових газів (CO₂, метан тощо).

Україна завершує підготовку до запуску власного ринку квот, щоб уникнути додаткових податків при експорті товарів до ЄС (механізм СВМ — Carbon Border Adjustment Mechanism).

В табл.2.4 представлено порівняння старої (радянської) та нової (європейської) системи регулювання викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря.

Імплементація європейських Директив кардинально змінила філософію охорони повітря в Україні. Відбувся перехід від пасивного фіксування забруднення до активного технологічного переоснащення промисловості. Це не лише екологічна вимога, а й економічна необхідність для виходу українських товарів на ринки ЄС. Основною складністю залишається висока вартість модернізації для підприємств в умовах післявоєнного відновлення.

Таблиця 2.4 – Порівняння старої (радянської) та нової (європейської) системи регулювання

Характеристика	Стара система (до 2022 р.)	Нова система (ЄС-модель, 2026 р.)
Об'єкт контролю	Окреме джерело (труба)	Весь технологічний процес (установка)
Метод нормування	Розрахункові ГДВ (математичні моделі)	Технологічні нормативи на основі НДТМ (ВАТ)
Документація	Багато окремих дозволів	Один Інтегрований дозвіл
Звітність	Паперова, раз на рік	Цифрова («ЕкоСистема»), часто в реальному часі
Роль громадськості	Формальна	Реальна участь в обговоренні умов дозволів

2.4 Державний контроль та юридична відповідальність за порушення законодавства про охорону атмосферного повітря

Ефективність правового регулювання охорони повітря безпосередньо залежить від якості державного нагляду (контролю) та суворості санкцій за недотримання встановлених норм.

В Україні останнім часом набирає обертів реформа державного екологічного контролю.

Трансформація контролюючих органів, що завершилася у 2025 році, змінила підхід від фіскального тиску до ризик-орієнтованого контролю. Основні зміни включають:

- Ліквідація старих корупційних схем: Запровадження автоматизованої системи «ЕкоКонтроль», де кожен крок інспектора (від призначення перевірки до підписання акту) фіксується цифрово з використанням боді-камер.
- Скасування мораторію на перевірки: Після закінчення дії воєнного стану (або його пом'якшення) було відновлено планові та позапланові перевірки для підприємств I та II груп, що мають найбільший вплив на повітря.

За порушення вимог законодавства про охорону атмосферного повітря передбачається адміністративна, цивільна та кримінальна відповідальність.

Кодекс України про адміністративні правопорушення (КУпАП) [23] залишається основним інструментом оперативного реагування. Основним видом адміністративного стягнення за порушення законодавства про охорону атмосферного повітря виступає штраф. Протягом 2024–2025 років штрафи було суттєво переглянуто у бік збільшення.

В табл.2.5 наведено статті адміністративного кодексу та розміри стягнень за порушення вимог законодавства про охорону атмосферного повітря.

Таблиця 2.5 – Адміністративна відповідальність за порушення вимог законодавства про охорону атмосферного повітря [23]

Стаття КУпАП	Суть порушення	Оновлені санкції (орієнтовно)
Ст. 78	Порушення порядку здійснення викидів (без дозволу або понад норми)	Штраф від 50 до 200 неоподатковуваних мінімумів (для посадових осіб)
Ст. 79	Недотримання вимог під час експлуатації очисних споруд/устаткування	Штраф від 30 до 150 неоподатковуваних мінімумів
Ст. 91-5	Надання недостовірних даних у звітності «ЕкоСистеми»	Штраф від 50 до 200 неоподатковуваних мінімумів та ризик анулювання дозволу

Забруднення атмосферного повітря, яке спричинило небезпеку для життя, здоров'я людей або довкілля, карається згідно з Кримінальним кодексом (стаття 241КК). Кримінальна відповідальність за статтею 241 КК наступає за викиди в атмосферу шкідливих речовин у кількості, що призвели до змін властивостей повітря. Стаття 241 за такі порушення передбачає накладання на правопорушника штрафу до 5000 неоподаткованих доходів громадян і обмеження або позбавлення волі строком від 2 до 5 років, залежно від тяжкості наслідків.

Також за порушення вимог природоохоронного законодавства можуть бути накладені економічні санкції.

Найбільш «болючим» для підприємств-забруднювачів є не штраф, а відшкодування збитків, завданих державі.

У 2026 році суди масово застосовують оновлену методику, за якою навіть незначне за часом перевищення норм викидів (наприклад, під час аварійної зупинки фільтрів) може коштувати підприємству сотні тисяч гривень. Механізм нарахування збитків:

1. Фіксація факту викиду (інструментальні заміри або дані автоматичних датчиків).
2. Розрахунок маси наднормативного викиду в тоннах.
3. Застосування такси, яка враховує небезпечність речовини (канцерогени мають найвищі коефіцієнти).

Якщо підприємство систематично ігнорує приписи інспекторів та не встановлює системи очистки, орган контролю має право звернутися до суду з позовом про повне або часткове призупинення експлуатації об'єкта до усунення порушень. У 2025 році було спрощено процедуру такого призупинення для підприємств-злісних порушників НДТМ.

З усього вище переліченого можна зробити висновок:

1. Сучасне законодавство України у сфері охорони повітря повністю синхронізоване з європейськими стандартами, перейшовши на модель інтегрованого запобігання забрудненню.

2. Базовий Закон «Про охорону атмосферного повітря» став частиною цифрової екосистеми, що мінімізує людський фактор у дозвільних процедурах.

3. Впровадження НДТМ (Найкращих доступних технологій) є головним юридичним та технічним викликом для вітчизняного бізнесу на найближчі 10 років.

4. Реформа системи контролю та посилення відповідальності за збитки робить екологічну модернізацію економічно вигіднішою, ніж постійна сплата штрафів

3 МЕТОДИКА РОЗРАХУНКУ ОСНОВНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ЗАБРУДНЕННЯ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ ВИКИДАМИ ПРОМИСЛОВИХ ПІДПРИЄМСТВ

В Україні ця методика базується на математичному моделюванні розсіювання викидів в атмосфері (раніше це був ОНД-86 [19], зараз — оновлені методики, гармонізовані з європейськими підходами).

Для розрахунку максимальної приземної концентрації забруднюючої речовини C_m (мг/м³) використовується базова формула для поодинокого точкового джерела (труби).

Максимальне значення приземної концентрації забруднюючої речовини при несприятливих метеорологічних умовах досягається на певній відстані x_m від джерела викиду і розраховується за формулою:

$$C_m = \frac{A \cdot M \cdot F \cdot m \cdot n \cdot \eta}{H^2 \cdot \sqrt[3]{V \Delta T}}, \quad (3.1)$$

де

A — коефіцієнт, що залежить від температурної стратифікації атмосфери. Для Одеси та півдня України $A = 200$;

M — кількість шкідливої речовини, що викидається, г/с;

F — безрозмірний коефіцієнт швидкості осідання речовини (для газів і дрібного пилу $F = 1$; для пилу з очисткою понад 90% $F = 2$; при низькій очистці $F = 3$);

m та n — коефіцієнти, що враховують умови виходу газоповітряної суміші з гирла джерела;

η — безрозмірний коефіцієнт, що враховує вплив рельєфу місцевості (якщо перепад висот не перевищує 50 м на 1 км, $\eta = 1$).

H – висота труби, м;

V – обсяг газоповітряної суміші, визначається за формулою:

$$V = \frac{\pi D^2}{4} \omega_0$$

D – діаметр труби, м;

ω_0 – середня швидкість виходу газоповітряної суміші з витвору джерела, м/с;

ΔT – різниця між температурою газоповітряної суміші, що викидається (T_r), та температурою навколишнього повітря T_n , °C.

Безрозмірний коефіцієнт m залежить від змінної f , яка розраховується за формулою:

$$f = 10^3 \frac{\omega_0^2 D}{H^2 \Delta T} \quad (3.2)$$

при $f < 100$

$$m = \frac{1}{0.67 + 0.1\sqrt{f} + 0.34\sqrt[3]{f}}$$

(3.3)

при $f \geq 100$

$$m = \frac{1.47}{\sqrt[3]{f}}$$

(3.3')

Безрозмірний коефіцієнт n визначається в залежності від значення параметру v_m :

для горячих викидів при $f < 100$

$$v_m = 0,65 \sqrt[3]{\frac{V \Delta T}{H}} \quad (3.4)$$

для холодних $f > 100$ та $\Delta T \approx 0$

$$v'_m = 1,3 \frac{\omega_0 D}{H} \quad (3.5)$$

Параметр n при $f < 100$

$$\begin{aligned}
&\text{якщо } v_M \geq 2 & n = 1; \\
&\text{якщо } 0.5 \leq v_M < 2 & n = 0.532 - 2v_M^2 + 3.13 \\
&\text{якщо } v_M < 0.5 & n = 4.4v_M
\end{aligned} \tag{3.6}$$

При $f > 100$ та $\Delta T \approx 0$ приймаємо $v_M = v'_M$.

Для $f \geq 100$, $\Delta T \approx 0$ та $v'_M \geq 0.5$

$$C_M = \frac{A \cdot M \cdot F \cdot n \cdot \eta}{H^{4/3}} \cdot \frac{D}{8V} \tag{3.7}$$

При $f < 100$, $v_M < 0.5$

або $f > 100$, $v'_M < 0.5$

$$C_M = \frac{F \cdot M \cdot F \cdot m' \cdot \eta}{H^{7/3}} \tag{3.8}$$

де $m' = 2.86m$ при $f < 100$; $v_M < 0.5$

$m' = 0.9$ при $f \geq 100$; $v'_M < 0.5$

Аналіз формул (3.1) та (3.7) дозволяє зробити висновок, що:

- забруднення повітря поблизу джерел викидів зменшується з підвищення висоти труби (для горячих викидів цей ефект більше ніж для холодних);
- концентрація шкідливих домішок зменшується в залежності від зменшення кількості речовини, що викидається (M). При цьому ця залежність однакова і для холодних викидів і для горячих;
- концентрація шкідливих домішок у приземному шарі атмосфери зменшується із збільшенням обсягу викиду V та швидкості викиду ω_0 , причому для холодних викидів цей ефект більший ніж для горячих;
- приземна концентрація зменшується в залежності від температури газоповітряної суміші, що викидається.

Приземна концентрація має найбільше значення вздовж осі x за напрямлення вітру і зменшується у поперечному напрямку – по осі y.

Максимальна концентрація C_M досягається на відстані x_M від джерела за напрямком вітру:

$$x_m = \frac{5-F}{4} \cdot H \cdot d, \quad (3.9)$$

де

d – безрозмірний коефіцієнт, який розраховується через параметри виходу газової суміші (залежить від швидкості виходу газів з труби).

Безрозмірний коефіцієнт d залежить від параметру v_m :

при $f < 100$

$$\begin{aligned} d &= 2.48(1+0.28\sqrt[3]{f_e}) \quad \text{при } v_m \leq 0.5; & f_e &= 800(v'_m)^3 \\ d &= 4.95 v_m (1+0.28\sqrt[3]{f}) \quad \text{при } 0.5 < v_m \leq 2 \\ d &= 7\sqrt{v_m} (1+0.28\sqrt[3]{f}) \quad \text{при } v_m > 2 \end{aligned} \quad (3.10)$$

при $f > 100$ або $\Delta T \approx 0$

$$\begin{aligned} d &= 5.7 \quad \text{при } v'_m \leq 0.5 \\ d &= 11.4 v'_m \quad \text{при } 0.5 < v'_m \leq 2 \\ d &= 16\sqrt{v'_m} \quad \text{при } v'_m > 2 \end{aligned} \quad (3.11)$$

Як бачимо з формули (3.9) x_m залежить від параметру F . Для важких домішок x_m менше ніж для легких.

Для гарячих викидів d приблизно дорівнює 20, а це в свою чергу означає, що C_m буде спостерігатися на відстані 20 висот труб від джерела викиду. Для холодних викидів C_m , частіше за все спостерігається на відстані 5-10 висот труб від джерела викиду.

Отримана розрахункова концентрація C_m не є кінцевою для оцінки екологічного стану. Її необхідно порівняти з Гранично Допустимою Концентрацією (ГДК) з урахуванням фонові концентрації C_ϕ , яка вже існує в місті (наприклад, від автотранспорту в Одесі).

Умова екологічної безпеки виглядає так:

$$C_m + C_\phi < \text{ГДК} \quad (3.12)$$

4 ХАРАКТЕРИСТИКА ПІДПРИЄМСТВА «ОДЕСКАБЕЛЬ» ЯК ДЖЕРЕЛА ЗАБРУДНЕННЯ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ

4.1 Загальні відомості про підприємство

Публічне акціонерне товариство Одеський кабельний завод (ПАТ «Одескабель») - найбільший в Україні завод з виробництва кабельно-провідникової продукції.

Підприємство розташовано на двох промислових майданчиках:

- перший проммайданчик - м. Одеса, вул. Миколаївська дорога, 144;
- другий проммайданчик – м.Одеса, вул. Миколаївська дорога, 233.



Рисунок 4.1 – Промисловий майданчик ПАТ «Одескабель»

Підприємство за ступенем його впливу на атмосферне повітря відноситься до II групи (об'єкти, які взяті на державний облік і не мають виробництв або технологічного устаткування, на яких повинні впроваджуватися Найкращі доступні технології та методи управління (НДТМ)).

ПАТ «Одескабель» надає свою територію в оренду таким підприємствам:

- ТОВ «Одеспласт», яке здійснює виготовлення поліетиленової труби і розташоване на території ЦМК, ділянки №3;
- ТОВ «Одескабель - оптичні системи», розташовано на території цеха №4;
- МПП «Нарс», здійснює виготовлення мастики, розташовано в окремій будівлі;
- Орендне підприємство ПП «Дудко» (швейна майстерня).

Слід зазначити, що технологічні процеси ТОВ «Одескабель - оптичні системи» не призводять до викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря, а МПП «Нарс» і ПП «Дудко» всі питання пов'язані з охороною навколишнього середовища і екологічною безпекою вирішують самостійно.

На території першого проммайданчика розташовуються:

- цех мідних кабелів (ЦМК) – ділянка №1;
- цех мідних кабелів (ЦМК) – ділянка №2;
- ділянка порізки матеріалів;
- фільєрне відділення;
- хромувальна ділянка;
- цех високочастотного кабелю (ВК);
- тарно-столярна ділянка (ТСД);
- цех №4 - ділянка товарів народного споживання (ТНС);
- цех №5 – ремонтно-механічний цех (РМЦ);
- ділянка експлуатації та ремонту енергетичного обладнання (ДЕРЕО);
- транспортно-експлуатаційна служба (ТЕС) - гараж;
- ділянка ремонту та зарядки автотранспорту;
- ділянка ремонту електротранспорту;
- АЗС;

- паросилова ділянка (ПСД) - котельня (котли УТ-Л-34 №1,2, потужністю 5,2 МВт, що працюють на газі; котел Е 2,5/09 ГМ, потужністю 0,9 МВт, що працює на мазуті);
- компресорна.

На території другого проммайданчика розташовуються наступні цеха і ділянки:

- цех мідних кабелів (ЦМК) – виробництво мідної катанки (ділянка №3);
- ділянка виготовлення поліетиленової труби;
- ділянка переробки відходів (дільниця №2 цеха №4).

Перший промисловий майданчик межує:

- на півночі, північному заході і заході – з вул. Миколаївська дорога;
- на північному сході – з територією дитячого садочку (на теперішній час не працює);
- на сході, південному сході та півдні – з береговою лінією Чорного моря;
- на південному заході – з територією ТОВ ТД «Одескабель».

Другий проммайданчик межує:

- на півночі і північному сході – з територією ТОВ «Одеський м'ясопереробний завод»;
- на сході, південному сході і півдні – з вул. Миколаївська дорога;
- на заході і південному заході – з територією ТОВ «Одеський автоцентр»;
- на північному заході – з пустирем.

На території підприємства є технологічні процеси, які пов'язані з викидами забруднюючих речовин в атмосферне повітря, а саме:

- виробництво мідної катанки;

- виробництво ізолюваного проводу і кабелю та інших виробів з пластмаси;

- переробка відходів;
- механічна обробка металу;
- деревообробка;
- зварювальні роботи;
- фарбувальні роботи;
- робота опалювальних котлів котельні;
- заправка автотранспорту;
- робота двигунів автотранспорту.

Річний обсяг продукції, що виготовлюється на підприємстві наведено у табл.4.1.

Таблиця 4.1 – Річний випуск виготовленої продукції

№п/п	Вид продукції	Річний обсяг продукції
1	кабель міський телефонний	23442,0 км
2	кабель телефонний однопарний	39645,4 км
3	кабель телефонний багатопарний	941,4 км
4	кабель місцевого зв'язку радіочастотний	2777,3 км
5	кабель радіочастотний	2444,7 км
6	кабель для структурованих кабельних	6315,8 км
7	кабель сигнально-блокувальний	164,2 км
8	кабелі контрольні	160,0 км
9	кабелі проводу силові	422,8 км
10	волоконно-оптичні кабелі	245021,6 км
11	провід шланговий	10566,1 км
12	провід настановний	22159,6 км
13	провід детонаторний	2184,9 км
14	провід монтажний	39,2 км
15	шнур освітлювальний	7885,1 км
16	шнури зв'язку слабого току	7018,3 км
17	товари народного споживання	4284156 шт.
18	Інші пластмасові вироби	195727080 шт.
19	Кабельні вироби за масою міді	5694 т

4.2 Характеристика основних виробничих процесів

Цех мідних кабелів (ЦМК) – ділянка №1.

На ділянці №1 виготовляються телефонні і силові кабелі.

З ЦМК, ділянка №3 в даний цех подається мідна катанка діаметром 0,8 мм, яка подається на машину грубого волочіння ММ-85 і при проходженні через фел'єри витягується до діаметру 0,176мм. В подальшому катанка поступає на автоматичні лінії NOKIA (16 шт.), на яких виготовлюється ізолювана жила (дж.№0003, дж.№0004). Процес виготовлення ізолюваної жили містить у собі:

- середнє волочіння;
- відпал;
- нанесення ізоляції методом екструзії.

Ізолювана жила подається на машину скручування, де збирається в елементарний пучок (5 або 10 пар). Потім на машинах загального скручування з елементарного пучка збирається сердечник кабелю (до 1200 пар). Далі сердечник поступає на ділянку накладання оболонки – лінії RN-A, EEL-40, КПВ-10, EEL-60, ME-125, ME-160 – 3 шт., Андуард-200 (дж.№0001, дж.№0005, дж.№ 0007), ділянка Пафіко – лінії ME-90, E-90 (дж.№.0008). Після накладання первинної оболонки, на вимогу замовника, можливе нанесення сталевий оболонки з бітумним підшаром. Після чого на лінії ME-160 здійснюється накладання вторинної оболонки. Готовий кабель поступає на ділянку випробування, після чого упаковується і вивозиться на склад готової продукції.

Цех з виробництва волоконно-оптичного кабелю (ВОК).

Оптичне волокно, що отримує підприємство, подається на ділянку фарбування. На спеціальних фарбувальних автоматах волокно фарбується у різні кольори (дж.№0001). Технологічний інструмент періодично промивається в ультразвуковій ванні з розчином оцту (дж.№0012).

Пофарбоване оптичне волокно подається на лінії SCL, RA-9, OFC-

44/45, де виготовлюється оптичний модуль або кордель (дж.№0013, №0014, №0017, №0018). Після чого на лініях скручування з оптичних модулів і корделю скручують сердечник. Наступним кроком сердечник поступає на лінії SEN, RSP-80, VAL-120, де на нього накладається оболонка (дж.№0015, №0016, №0019). Всі ці процеси, здійснюються з додаванням гідрофобного заповнювача.

За вимогою замовника одночасно з нанесенням захисної оболонки може бути нанесено бронювання на лінії VAL-120 (дж.№0016). Після проведення випробування кабель вивозиться до складу готової продукції.

ЦМК, ділянка №2.

З ЦМК/, ділянка №3, поступає мідна катанка діаметром 0,8мм, яка подається на машини грубого волочіння ВСК-13 (2шт) і при проходженні через фел'єри витягується до 0,176 мм. Потім, після машин середнього і тонкого волочіння, проволочка поступає на печі отжига ОКБ-164 (3шт) і подальшому на машини скручування. Така струмопровідна жила подається на лінії накладання ізоляції А-90, МЕ-90, AFIL (дж.№.0032) та Е-60, МЕ-60, ЧП-63 (дж.№.0033).

Готовий кабель поступає на випробувальний майданчик, де проходить випробування, після чого упаковується і вивозиться на склад готової продукції.

Ділянка радіочастотного кабелю (РК)

Після середнього волочіння проволочка подається на лінію накладання ізоляції AFIL (дж.№.0032). Потім на кабель накладається обплетення на оплеткових машинах, після чого він подається на лінію накладання оболонки (дж.№0035). Готовий кабель поступає на ділянку випробування, а потім упаковується і вивозиться на склад готової продукції.

Цех високочастотного кабелю (ВК)

Цех ВК призначений для виробництва високочастотного кабелю, який використовується у комп'ютерних мережах.

З ділянки №1 поступає мідна проволочка 0,176 мм, яка подається на

машину середнього волочіння. Потім здійснюється нанесення ізоляції на лінії UNILINE (дж.№0040, №0041), скручування на машинах скрутки і накладання вторинної оболонки на лінії AFIL (дж.№0039).

Виробництво мідної катанки

Мідна катанка виготовлюється на технологічній лінії безперервної дії «UPCAST» US36K-12. Сировиною для виготовлення мідної катанки є мідні катода. Після очищення від пилу у камері попереднього очищення (дж.№0106), мідні катода погружаються в індукційну піч, де під шаром деревного вугілля здійснюється плавлення катодів (дж.№0107). Після плавлення мідь по системі переливу з газовим захистом окисом вуглецю подається в індукційну піч канального типу. Над цією піччю розташовано прилад для витягування. В цьому приладі мідь витягується на 16 стренг діаметром 0, 8 мм. З печі розплавлена мідь методом безперервного лиття вертикально у верх поступає на прилад витягування через графітовий каталізатор (дж.№0108). Після охолодження тут отримується безкінечна заготовка мідної катанки. Потім ця мідна катанка поступає на випробування у приміщення пробо підготовки (дж.№0111, №0112). Готові бухти з мідною катанкою упаковуються і передаються на ділянку №1 і №2, а також у цех ВК.

Цех №4, ділянка товарів народного споживання (дільниця№1)

Ділянка призначена для виробництва товарів народного споживання (поліетиленові труби, відра, корзини тощо) та комплектуючих для цехів підприємства із первинного і вторинного поліетилену і полістиролу. Сировина подається в приймальні бункери екструдерів, де при фіксованій температурі здійснюється її плавлення. Потім за допомогою стиснутого повітря та прес-форм відбувається формування виробів: лінія «Radicon» (дж.№0050, №0051), лінія ME-90, термопластавтомати ТП-500, ТП-1000 (дж.№0052, №0053), CF-100, ТП-250 - 2 шт., ливарна машина Куасі-260 (дж.№0054, №0055), прес видувний Фш-60 (дж.№0056, №0057), ливарна машина Куасі-1400, термопластавтомати ТП-1000, ВЛП-63 - 6шт. (дж.№0058, №0059). Для склеювання комплектуючих є ділянка склеювання катушок

(дж.№0062).

Ділянка переробки відходів (дільниця №2 цеху №4)

Ділянка призначається для переробки відходів кабелю. Поліетиленова оболонка кабелю розрізається на спеціальних станках, а кабель розбирається на заготовки: шланг, фольга, та мідний провід. Мідний провід поступає на лінію переробки відходів кабелю (дж.№6116). Після чого заготовки переробляються на екструдері ME-125 (дж.№0117), роторних подрібнювачах (дж.№0118, №0119) і в грануляторі (дж.№0120). Всі перероблені відходи повторно використовуються у виробництві.

Котельня

Котельня призначається для власних потреб підприємства. В котельній використовують два котла марки УТ-Л-34 (дж.№0100, №0101), номінальна потужність кожного з них складає 5,2 МВт, в середньому під час роботи один котел видає потужність 2,0 МВт. Одночасно працює лише один з цих котлів і його час роботи за рік складає 6000 годин. Котли працюють на природному газі. Річна витрата газу складає 455 тис. м³. На випадок відключення природного газу передбачено використання дизельного палива, як зберігається на території підприємства у спеціальній ємності.

Також в котельній існує котел марки Е-2,5/09ГМ (дж.№0102), номінальною потужністю 0,9 МВт. Цей котел працює 500 год на рік. Використовує мазут, як вид палива, з річною витратою його 10 т.

В'їзд - виїзд автотранспорту

При в'їзді-виїзді та зберігання автотранспорту підприємства здійснюється забруднення атмосферного повітря. В документації підприємства ці джерела викидів позначені як дж.№6075, №6076, №6080, №6084, №6085, №6099).

В інвентаризації джерел викидів підприємства застосовується наскрізна нумерація.

Всього на території підприємства розташовані такі виробничі будівлі і споруди:

- Цех мідних кабелів, ділянка №1;
- Цех мідних кабелів, ділянка №2;
- Ділянка порізки матеріалів;
- Тарно-столярна ділянка;
- Ділянка ремонту автонавантажувачів;
- Гараж;
- АЗС;
- Ділянка ремонту електронавантажувачів;
- Фільєрне відділення;
- Цех високочастотного кабелю;
- Цех №4, ділянка товарів народного споживання;
- Ремонтно-механічний цех;
- Ділянка експлуатації і ремонту енергетичного обладнання;
- Цех мідних кабелів, ділянка №3.

Крім цього на території підприємства ще розташовуються об'єкти житлового громадського призначення, а саме:

- Заводоуправління;
- Трансформаторна підстанція;
- Бойлерна;
- Компресорна;
- Градирня;
- Склади;
- Об'єкти цивільної оборони;
- Блок очисних споруд;
- Відстійник;
- Резервуар води;
- Насосна зворотного циклу;
- Котельна;
- Відкрита стоянка автотранспорту.

Кількість організованих джерел викидів на підприємстві становить 56

одиниць, а неорганізованих - 65 одиниць.

За даними інвентаризації джерел викидів, при експлуатації технологічного обладнання, яке встановлено на території підприємства в атмосферу викидається 17 груп інгредієнтів:

- Метали та їх сполуки – арсен, залізо, мідь, нікель, ртуть, свинець, хром, цинк, магній.
- Завислі речовини у вигляді твердих часток – поліетилен, зола, пил неорганічний ($\text{SiO}_2 > 70\%$), пил повстятий, пил ПВХ, пил полістирола, пил деревини, пил тальку, пил абразивно-металева, пил графіту, пил вугілля, аерозоль ЛФМ, сажа.
- Оксиди азоту – діоксид азоту, азоту оксид.
- Сполуки сірки – діоксид сірки, сірчана кислота.
- Оксид вуглецю.
- Діоксид вуглецю.
- Озон.
- НМЛОС – ацетон, кислота оцтова, ксилол, стирол, толуол.
- Метан.
- Бензин.
- Керосин.
- Олія мінеральна нафтова.
- Сольвент-нафта.
- Уайт-спирит.
- Граничні вуглеводні.
- Емульсол.
- Триметилопропан.

Загальний обсяг забруднюючих речовин, що викидаються в атмосферне повітря джерелами викидів підприємства складає 2021,54 т/рік.

Метеорологічні характеристики і коефіцієнти, які визначають умови розсіювання забруднюючих речовин в атмосферному повітря м. Одеса наведено у табл. 4.2. (інформація наведено за даними Гідрометеорологічного центру Чорного та Азовського морів).

Таблиця 4.2 – Метеорологічні характеристики і коефіцієнти, які визначають умови розсіювання забруднюючих речовин в атмосферному повітрі в районі розміщення підприємства «Одескабель»

Найменування характеристики	Величина
Коефіцієнт, що залежить від стратифікації атмосфери, А	200
Коефіцієнт рельєфу місцевості, η	1,0
Середньорічна температура повітря, $^{\circ}\text{C}$	10,1
Середня максимальна температура повітря самого гарячого місяця року, $^{\circ}\text{C}$	+25,5
Середня максимальна температура повітря самого холодного місяця року, $^{\circ}\text{C}$	-1,7
Середньорічна роза вітрів, %	
Пн	18,3
ПнСх	12,1
Сх	8,6
ПдСх	7,0
Пд	14,3
ПдЗх	10,9
Зх	14,7
Штиль	2,0
Середньорічна швидкість вітру, м/с	3,9

За технічними і технологічними характеристиками викидів забруднюючих речовин було проведено розрахунки розсіювання домішок у приземному шарі атмосфери. За результатами розрахунку було збудовано поля максимальних приземних концентрації, які створені джерелами викидів підприємства «Одескабель».

Згідно із ДСП №173-96 підприємство «Одескабель» відноситься до 4 класу шкідливості і повинно мати нормативний розмір СЗЗ 100м.

5 АНАЛІЗ ПОЛІВ МАКСИМАЛЬНИХ ПРИЗЕМНИХ КОНЦЕНТРАЦІЙ, ЩО СТВОРЮЮТЬ ДЖЕРЕЛА ВИКИДІВ ПІДПРИЄМСТВА «ОДЕСКАБЕЛЬ»

З метою визначення впливу джерел викидів забруднюючих речовин у атмосферне повітря підприємства «Одескабель» було виконано розрахунок розсіювання шкідливих домішок у приземному шарі атмосфери. Цей розрахунок проводився за допомогою програмного комплексу «ЕОЛ», який затверджений Міндовкілля України.

Розрахунок розсіювання шкідливих речовин в приземному шарі атмосфери проводився на теперішній час з метою визначення зони впливу джерел даного підприємства на стан атмосферного повітря в районі розташування об'єкту. Програма ЕОЛ дозволяє провести визначення доцільності проведення розрахунків для тих чи інших домішок, що викидаються джерелами об'єкту.

Доцільність проведення розрахунків розсіювання шкідливих речовин визначається відповідно до [19] за формулою:

$$M/GDK > \Phi, \quad (5.1)$$

$$\Phi = 0,01N \text{ при } H > 10\text{м};$$

$$\Phi = 0,1 \text{ при } H < 10\text{м}.$$

де:

M – сумарне значення викидів шкідливої речовини від усіх джерел підприємства, г/с;

GDK - максимально разова гранично-допустима концентрація, мг/м³;

H – середньозважена по підприємству висота джерел викидів, м.

Для шкідливих речовин, для яких $\Phi < 0,1$ – розрахунок розсіювання в приземному шарі атмосфери проводити не доцільно.

Згідно із ДСП №173-96 підприємство «Одескабель» відноситься до IV класу шкідливості і повинно мати нормативний розмір СЗЗ 100м.

Для розрахунку розсіювання забруднюючих речовин в атмосферному повітрі був прийнятий розрахунковий прямокутник розміром 1600x1600 м, з координатами центру $X=0$; $Y=0$, крок сітки було прийнято на рівні 50 м.

Критерієм визначення впливу викидів підприємства на стан атмосферного повітря в районі розташування є величина максимальної приземної концентрації на межі нормативної СЗЗ. Вона не повинна перевищувати $1ГДК_{\text{мр}}$. Тому для аналізу рівня забруднення атмосфери були вибрані характерні точки на межі нормативної СЗЗ. Координати цих контрольних точок наведено у табл.5.1.

Таблиця 5.1 – Координати контрольних точок

№	Координати		Місцерозташування контрольної точки
	X,м	Y,м	
1	2	3	4
1	125	260	Північний напрямок - житлова забудова
2	210	210	Північно-східний напрямок - дитячий садок (не діє)
3	190	0	Східний напрямок - Чорне море
4	150	-150	Південно-східний напрямок - Чорне море
5	-50	-267	Південний напрямок - Чорне море
6	-175	-187	Південно-західний напрямок - ТД «Одескабель»
7	-227	0	Західний напрямок - житлова забудова
8	-67	107	Північно-західний напрямок – житлова забудова

За результатами розрахунку розсіювання забруднюючих речовин у приземному шарі атмосфери було збудовано поля максимальних концентрацій, які наведено на малюнках Додатку В.

Аналіз результатів розрахунку розсіювання забруднюючих речовин у атмосфері показав:

- Максимальні приземні концентрації забруднюючих речовин у розрахункових точках без урахування фону не перевищують $0,7ГДК_{\text{мр}}$, з

урахуванням фонові концентрації $0,98 \text{ГДК}_{\text{мр}}$;

- Максимальні приземні концентрації оксиду вуглецю у розрахункових точках без урахування фонові концентрацію дорівнюють $0,59 \text{ГДК}_{\text{мр}}$, а з урахуванням фонові концентрації – $1,056 \text{ГДК}_{\text{мр}}$. Внесок підприємства у загальний фон забруднення складає 55,87%;

- Максимальні приземні концентрації пилю деревини і суми «твердих речовин» перевищують $\text{ГДК}_{\text{мр}}$ в усіх восьми контрольних точках.

На підставі проведених розрахунків можна сказати, що для пилю деревини і суми «твердих речовин» підприємству необхідно розробити і впровадити природоохоронні заходи по зменшенню викидів цих шкідливих речовин.

Можна рекомендувати в якості природоохоронних заходів наступне:

- Підключити деревообробні верстати (горизонтально-пазовий верстат, свердлильний верстат, радіально-свердлувальні верстати (дж.№6044) до існуючої витяжної системи, яка забезпечена газоочисною установкою (ГОУ) Гипродеревпром (дж.№0042 з КПД=82,6%; і дж.№0043 з КПД=84,3%). Таке підключення дозволить зменшити кількість пилю деревини, що викидається у атмосферне повітря майже у 6 разів;

- Встановити пило осадові камери (пила маятникова №1 (дж.№6045), пила маятникова №2 (дж.№6046), свердлильний верстат (дж.№6060)). Очищення і осідання у огорожувальних системах призведе до зменшення викиду пилю деревини в 5 разів.

Розрахунок викидів забруднюючих речовин після впровадження рекомендованих заходів наведено у Додатку Б.

ВИСНОВКИ

У кваліфікаційній роботі виконано узагальнення та розв'язання важливого екологічного завдання щодо оцінки та мінімізації промислового й транспортного забруднення атмосферного повітря в умовах великого міста. На основі проведених досліджень сформульовано такі висновки:

1. Специфіка міського забруднення визначається багатокомпонентністю та близькістю джерел викидів до зони дихання людини. Встановлено, що в м. Одеса понад 70–80% викидів припадає на автотранспорт. Ефекти «вуличних каньйонів» (через які концентрація шкідливих речовин на тротуарах зростає в 5-10 разів) та «островів тепла» у поєднанні з температурними інверсіями суттєво погіршують природне самоочищення повітря, створюючи передумови для утворення смогу, приземного озону та накопичення канцерогенів.

2. Аналіз нормативно-правової бази показав, що станом на 2026 рік законодавство України у сфері охорони повітря повністю синхронізоване з європейськими стандартами (Директиви 2010/75/ЄС, 2008/50/ЄС). Перехід на цифрову платформу «ЕкоСистема» та впровадження жорстких санкцій і методик розрахунку збитків (зокрема за Наказом Міндовкілля №175 для умов воєнного/післявоєнного стану) роблять екологічну модернізацію промисловості економічно вигіднішою, ніж сплата штрафів. Процедура встановлення санітарно-захисних зон (СЗЗ) за оновленими Санітарними правилами (МОЗ №40 від 2026 р.) тепер вимагає обов'язкового розрахункового обґрунтування та врахування кумулятивного ефекту.

3. Екологічна інвентаризація ПАТ «Одескабель» підтвердила, що об'єкт відноситься до II групи підприємств за ступенем впливу на атмосферу. На двох виробничих майданчиках зосереджено 56 організованих та 65 неорганізованих джерел викидів, які постачають в атмосферу 17 груп

інгредієнтів (включаючи важкі метали, завислі речовини, оксиди азоту, сірки, вуглецю та НМЛОС) загальним обсягом 2021,54 т/рік. За санітарною класифікацією об'єкт належить до IV класу шкідливості з нормативною СЗЗ 100 метрів.

4. За результатами моделювання розсіювання в ПК «ЕОЛ» побудовано поля максимальних приземних концентрацій. Встановлено, що більшість речовин без урахування фону не перевищують 0,7 ГДК_{мр}. Проте виявлено критичні проблеми:

- Концентрація оксиду вуглецю (СО) з урахуванням міського фону сягає 1,056 ГДК_{мр} (внесок підприємства – 55,87%).
- Зафіксовано стабільні перевищення ГДК_{мр} в усіх 8 контрольних точках на межі СЗЗ за показниками пилу деревини та суми «твердих речовин», що свідчить про недостатню ефективність очисного обладнання деревообробних ділянок.

5. Запропоновано комплекс природоохоронних заходів, розділений на два рівні:

- *Для підприємства:* рекомендовано підключити деревообробні верстати (дж. №6044) до існуючих газоочисних установок (ГОУ) типу Гипродеревпром (ККД 82,6–84,3%), що знизить викиди пилу деревини майже у 6 разів, а також встановити локальні пилоосадкові камери на маятникові пили та свердлильні верстати (зменшення викидів у 5 разів).
- *Для міста Одеса:* обґрунтовано необхідність впровадження зон низьких викидів в історичному центрі, інтелектуальних транспортних систем («розумних світлофорів»), вертикального озеленення фасадів та переведення причалів порту на систему енергозабезпечення з берега "Shore-to-Ship". Реалізація цих заходів дозволить знизити рівень NO₂ на 25% та пилу на локальних ділянках на 40%.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Білявський Г.О. та інші. Основи екології: Підручник/ Г.О. Білявський, Р.С. Фудуй, І.Ю.Костіков. — 2-ге вид. — Київ: Либідь. 2005. — 408с.
2. Прилипко О.В. Урбоекологія: Підручник. — Львів: світ. 2002. — 440с.
3. Конрад Вольфенштейн. Міський острів тепла. URL:<https://xpert.digital/uk/staedtische-waerminulas> (дата звернення: 02.05.2026)
4. Як забруднене повітря впливає на здоров'я населення. URL: <https://eco.rayon.in.ua/topics/487624-vooz-yak-zabrudnene-povitrya-vplivae-na-zdorovya-naselennya> (дата звернення: 03.02.2026)
5. Артамонов Б. Б. Аналіз впливу мікрокліматичних зон на процеси кліматоутворення у містах в умовах глобальної зміни клімату. Науковий вісник НЛТУ України, 23, 2013. С. 133–137. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/nvnltu_2013_23. (дата звернення: 02.02.2026)
6. Якість повітря у місті Одеса. URL: <https://www.saveecobot.com/maps/odesa> (дата звернення: 03.02.2026)
7. Результати моніторингу якості атмосферного повітря Одещини. URL: <https://konstruktiv-news.com/rezultati-monitoringu-yakosti-atmosfernogo-povitrya-odeshhini> (дата звернення: 03.02.2026)
8. Основні екологічні проблеми Одещини, які гальмують подальший розвиток регіону. URL: <https://yug.today/v-oda-nazvaly-osnovni-ekologichni-problemy-odeshchynu> (дата звернення: 03.02.2026)
9. Забруднення атмосферного повітря Одеського регіону. URL: <https://oblrada.od.gov.ua/odeska-oblast/ekologichniy-stan/zabrudnennya-atmosfernogo-povitrya> (дата звернення: 03.02.2026)
10. Владимірова О.Г., Бургаз О.А., Тимошук М.О. Особливості забруднення атмосферного повітря м. Одеси діоксидом сірки й оксидом вуглецю. URL: <chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgclefindmkaj/https://eco.j.dea.kiev.ua/archives/2021/7/10.pdf> (дата звернення: 03.02.2026)

11. Бургаз О.А., Тимошук М.О. Особливості забруднення атмосферного повітря міста Одеси фенолом. URL: <https://dspace.onu.edu.ua/items/2fe8cef8-f9f1-4f8c-842d-92573a1cb0f1> (дата звернення: 03.03.2026)

12. Конституція України. Закон від 28.06.1996 № 254к/96-ВР (із змінами та доп.). База даних «Законодавство України» / ВР України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show> (дата звернення: 04.03.2026)

13. Про охорону атмосферного повітря: Закон України від 16.10.1992 № 2707-XII (редакція від 01.01.2026). База даних «Законодавство України» / ВР України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show> (дата звернення: 04.03.2026)

14. Про затвердження Порядку проведення робіт, пов'язаних з видачею дозволів на викиди забруднюючих речовин в атмосферне повітря стаціонарними джерелами, обліку суб'єктів господарювання, які отримали такі дозволи: Постанова Кабінету Міністрів України від 13.03.2002р. №302: станом на 10.12.2025р. База даних «Законодавство України» / ВР України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/302-2002> (дата звернення: 04.03.2026)

15. Деякі питання здійснення державного моніторингу в галузі охорони атмосферного повітря: Постанова Кабінету Міністрів України від 14.08.2019р. №827: станом на 07.05.2024р. База даних «Законодавство України» / ВР України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/827-2019> (дата звернення: 05.03.2026)

16. Про затвердження переліку найбільш поширених і небезпечних забруднюючих речовин, фізичних та біологічних факторів, викиди і вивільнення яких в атмосферне повітря підлягає регулюванню: Постанова Кабінету Міністрів України від 29.11.2001р. №1598: станом на 01.09.2025р. База даних «Законодавство України» / ВР України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1598-2001> (дата звернення: 05.03.2026)

17. Про затвердження Методики розрахунку неорганізованих викидів забруднюючих речовин або суміші таких речовин в атмосферне повітря внаслідок виникнення надзвичайних ситуацій та/або під час воєнного

стану та визначення розмірів завданої шкоди: наказ Міндовкілля України від 13.04.2022р. №175. База даних «Законодавство України» / ВР України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0433-22> (дата звернення: 06.03.2026)

18. Про затвердження Державних санітарних правил планування на забудови населених пунктів: Наказ МОЗ від 19.06.1996р. №173: станом на 13.01.2026р. База даних «Законодавство України» / ВР України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0379-96> (дата звернення 07.03.2026)

19. Методикой расчета концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий» ОНД-86

20. Угода про асоціацію між Україною, з однієї сторони, та Європейським Союзом, Європейським співтовариством з атомної енергії і їхніми державами-членами, з іншої сторони. Євроінтеграційний портал. URL: <https://eu-ua.org/tekst-uhody-pro-asotsiatsiiu>. (дата звернення: 10.04.2026)

21. Про інтегроване запобігання та контроль промислового забруднення: Закон України від 16.07.2024р. №3855-IX. База даних «Законодавство України» / ВР України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/3855-20> (дата звернення: 10.04.2026)

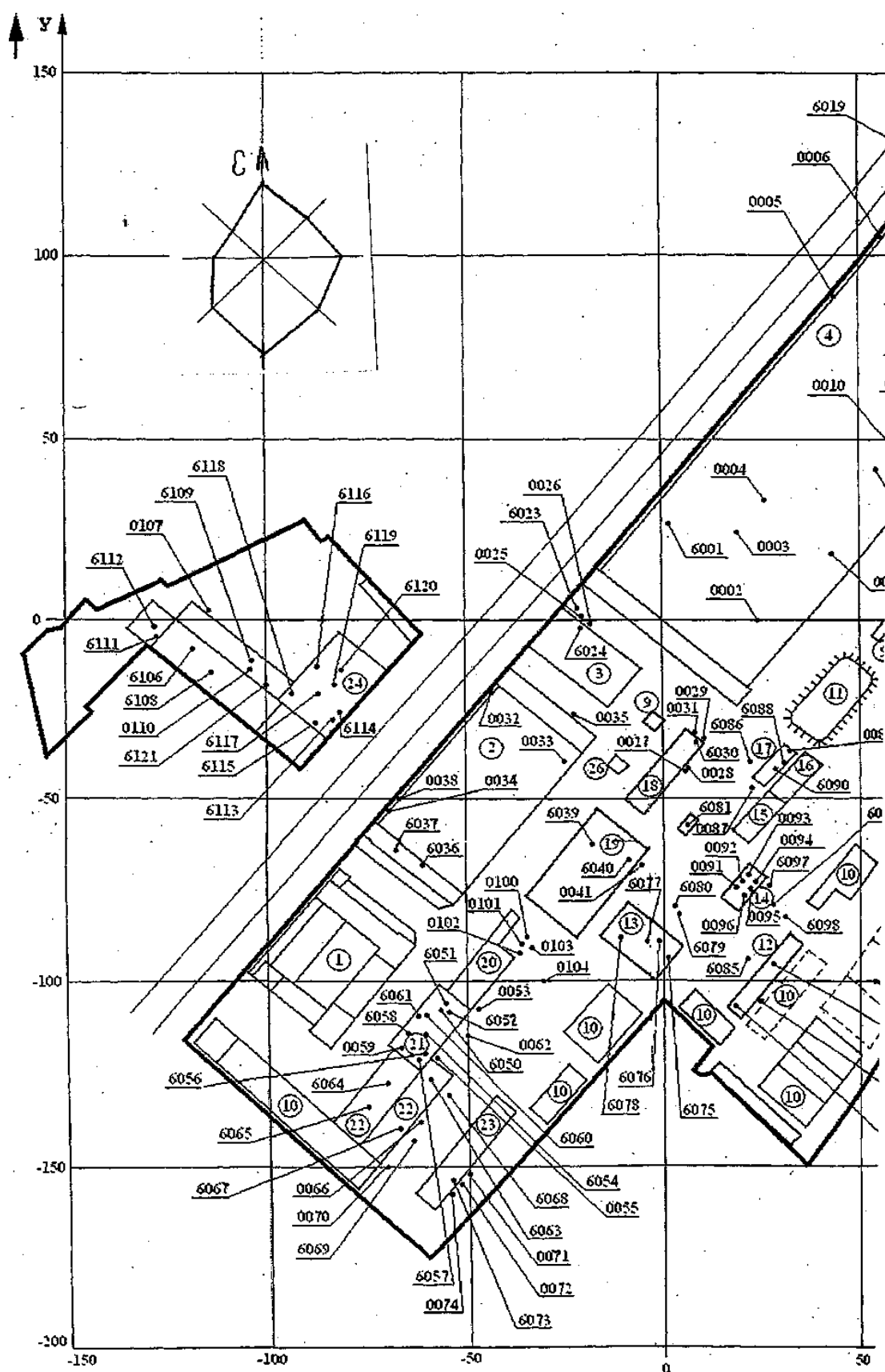
22. Про засади моніторингу, звітності та верифікації викидів парникових газів: Закон України від 12.12.2019р. №377-IX. База даних «Законодавство України» / ВР України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/377-20> (дата звернення: 11.04.2026)

23. Про адміністративні правопорушення: Кодекс України від 07.12.1984р. №8073-X: станом на 11.12.2025р. База даних «Законодавство України» / ВР України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/8073-10> (дата звернення: 12.04.2026)

24. Звіт з інвентаризації стаціонарних джерел викидів підприємства ПАТ «Одескабель»

ДОДАТКИ

ДОДАТОК А



Продовження Додатку А

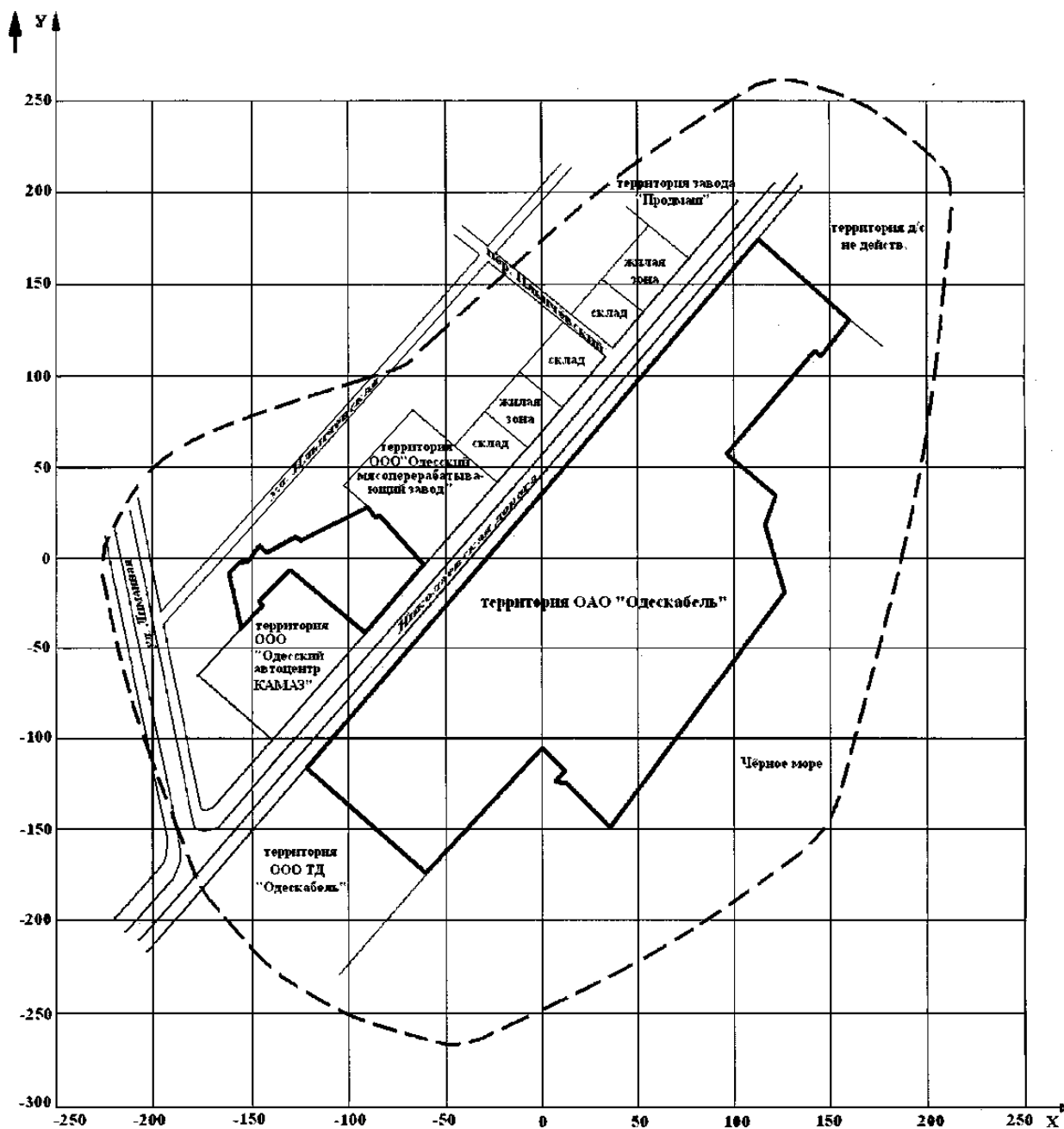


Рис. 2 - Ситуаційна карта-схема розташування ПАТ «Одескабель»

ДОДАТОК Б

Розрахунок викидів забруднюючих речовин після впровадження природоохоронних заходів

1. Джерело №6044 – деревообробні верстати: горизонтально-пазовий верстат, радіально-свердлувальні верстати – 2 шт. Одночасно може працювати один верстат. В процесі роботи верстатів в атмосферне повітря викидається пил деревини.

Підключення деревообробних верстатів до існуючої витяжної систем (ГОУ Гідродревпром (дж.№0042, П=82,6%; дж.№0043 П=84,3%).

Кількість пилу деревини до очищення складає:

$$m = 0,1844 \text{ г/с};$$

$$M = 0,52 \text{ т/рік.}$$

Кількість пилу деревини верстатів, що підключаються складає:

$$m = 0,67 \text{ г/с};$$

$$M = 0,24 \text{ т/рік.}$$

Сумарна кількість пилу деревини з урахуванням верстатів, що підключаються буде складати:

$$m = 0,1844 + 0,67 = 0,8544 \text{ г/с};$$

$$M = 0,52 + 0,24 = 0,76 \text{ т/рік.}$$

Очистка повітря здійснюється двома циклонами «Гідродревпром» з однаковою витратою газу, кількість пилу деревини, що буде поступати на кожний циклом складе:

$$m = 0,8544/2 = 0,4272 \text{ г/с};$$

$$M = 0,76/2 = 0,38 \text{ т/рік.}$$

З урахуванням очистки викиди пилу деревини будуть складати:

Джерело №0042

$$m = 0,4272 \times 0,174 = 0,0743 \text{ г/с};$$

$$M = 0,38 \times 0,174 = 0,066 \text{ т/рік.}$$

Джерело №0043

$$m = 0,4272 \times 0,157 = 0,0671 \text{ г/с};$$

$$M = 0,38 \times 0,157 = 0,06 \text{ т/рік.}$$

2. Джерело №6045 - пила маятникова №1, огорожена з трьох сторін. В процесі роботи пили в атмосферне повітря викидається пил деревини.

Встановлення пилеосаджувальної камери, КПД = 60%. Викиди пилу деревини складають:

$$m = 0,59 \text{ г/с};$$

$$M = 3,313 \text{ т/рік.}$$

З урахуванням очищення і осідання в огорожі 50% викиди пилу деревини будуть складати:

$$m = 0,59 \times 0,4 \times 0,5 = 0,118 \text{ г/с};$$

$$M = 3,313 \times 0,4 \times 0,5 = 0,663 \text{ т/рік.}$$

3. Джерело №6046 - пила маятникова №2, огорожена з трьох сторін. В процесі роботи пили в атмосферне повітря викидається пил деревини.

Встановлення пилеосаджувальної камери, КПД = 60%. Викиди пилу деревини складають:

$$m = 0,59 \text{ г/с};$$

$$M = 3,313 \text{ т/рік.}$$

З урахуванням очищення і осідання в огорожі 50% викиди пилу деревини будуть складати:

$$m = 0,59 \times 0,4 \times 0,5 = 0,118 \text{ г/с};$$

$$M = 3,313 \times 0,4 \times 0,5 = 0,663 \text{ т/рік.}$$

4. Джерело №6060 – свердлувальний верстат.

Встановлення пилеосаджувальної камери, КПД = 60%. Викиди пилу деревини складають:

$$m = 0,44 \text{ г/с};$$

$$M = 0,412 \text{ трік.}$$

З урахуванням очищення і осідання в огорожі 50% викиди пилу деревини будуть складати:

$$m = 0,44 \times 0,4 \times 0,5 = 0,088 \text{ г/с};$$

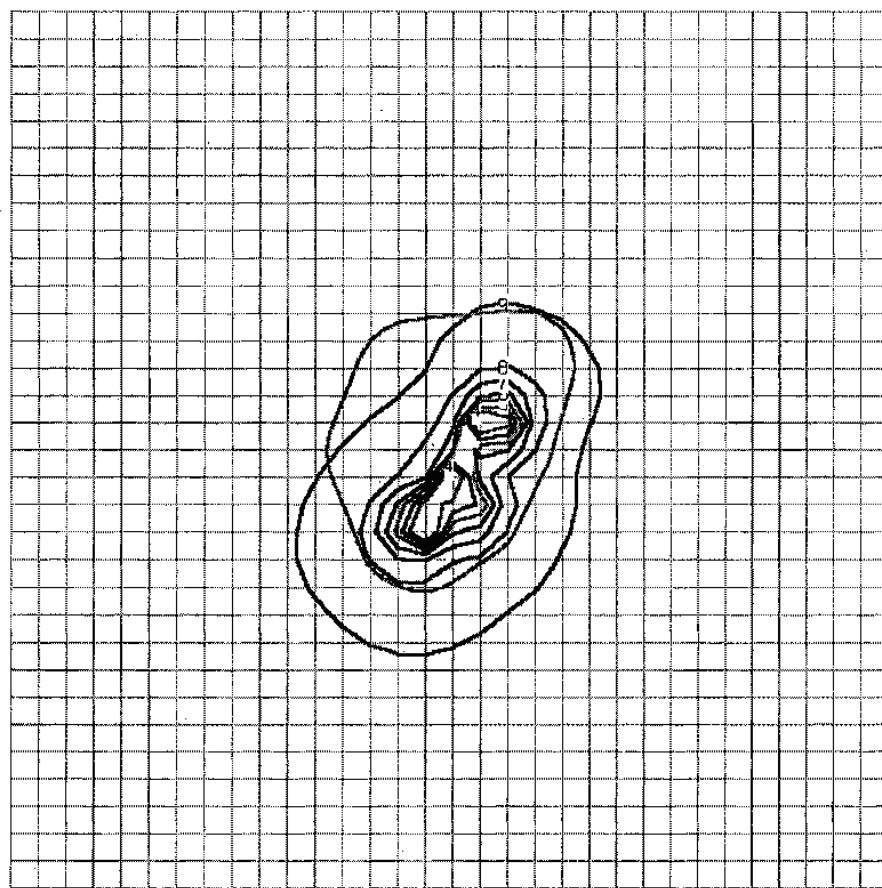
$$M = 0,412 \times 0,4 \times 0,5 = 0,083 \text{ т/рік.}$$

ДОДАТОК В

Жалеза окись** (в пересчете на железо).

800.0

-800.0



-800.0

800.0

1 - 3.54 ПДК

2 - 3.13 ПДК

3 - 2.72 ПДК

4 - 2.31 ПДК

5 - 1.90 ПДК

6 - 1.49 ПДК

7 - 1.08 ПДК

8 - 0.66 ПДК

9 - 0.25 ПДК

Рис.1 Поле максимальных приземных концентраций оксиду железа

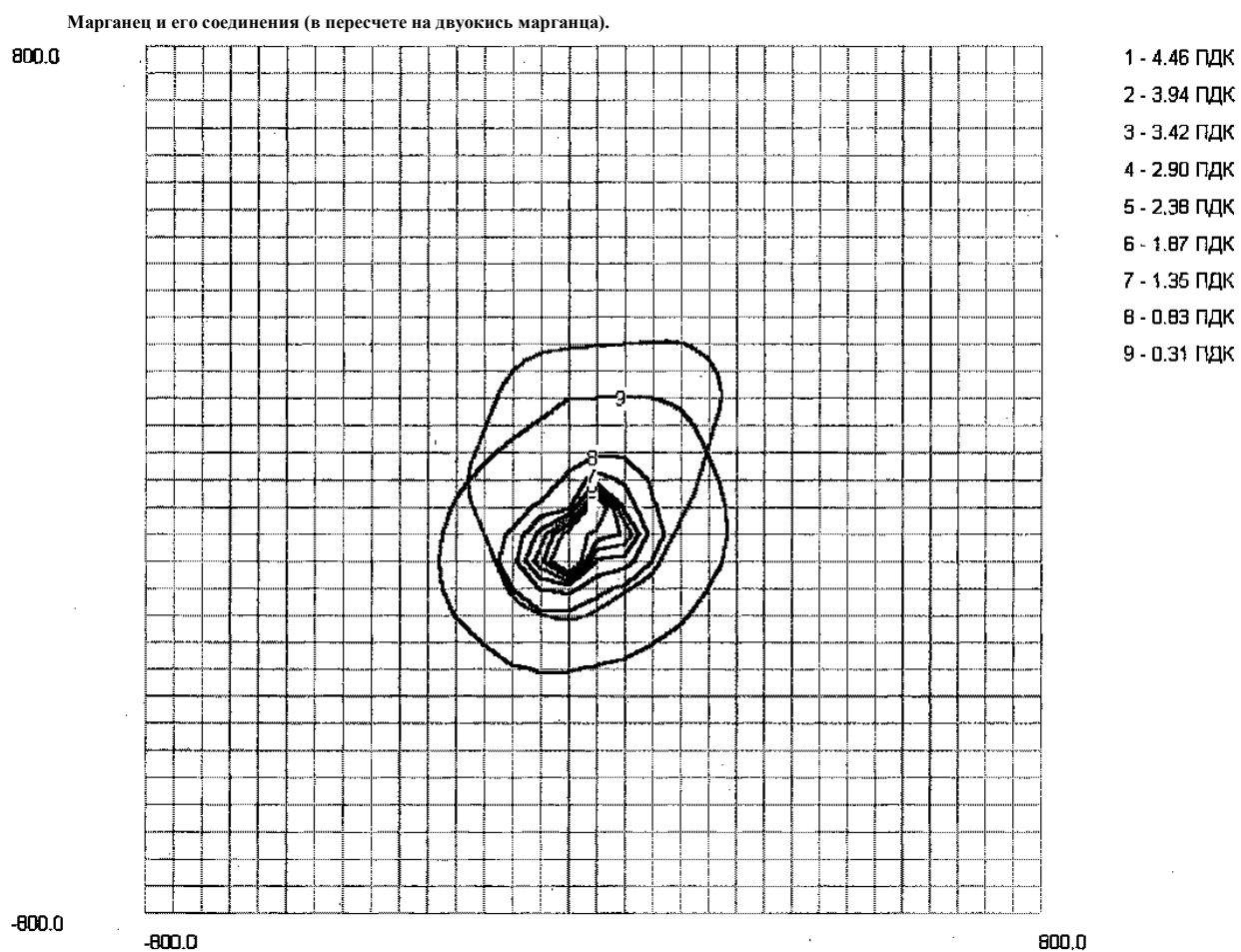


Рис. 2 Поле максимальных приземных концентраций марганцю та його зєднань



- 1 - 1.63 ПДК
2 - 1.44 ПДК
3 - 1.26 ПДК
4 - 1.06 ПДК
5 - 0.87 ПДК
6 - 0.68 ПДК
7 - 0.48 ПДК
8 - 0.29 ПДК
9 - 0.10 ПДК

Рис.3 Поле максимальних приземних концентрацій окису міді (в перрахунку на мідь)

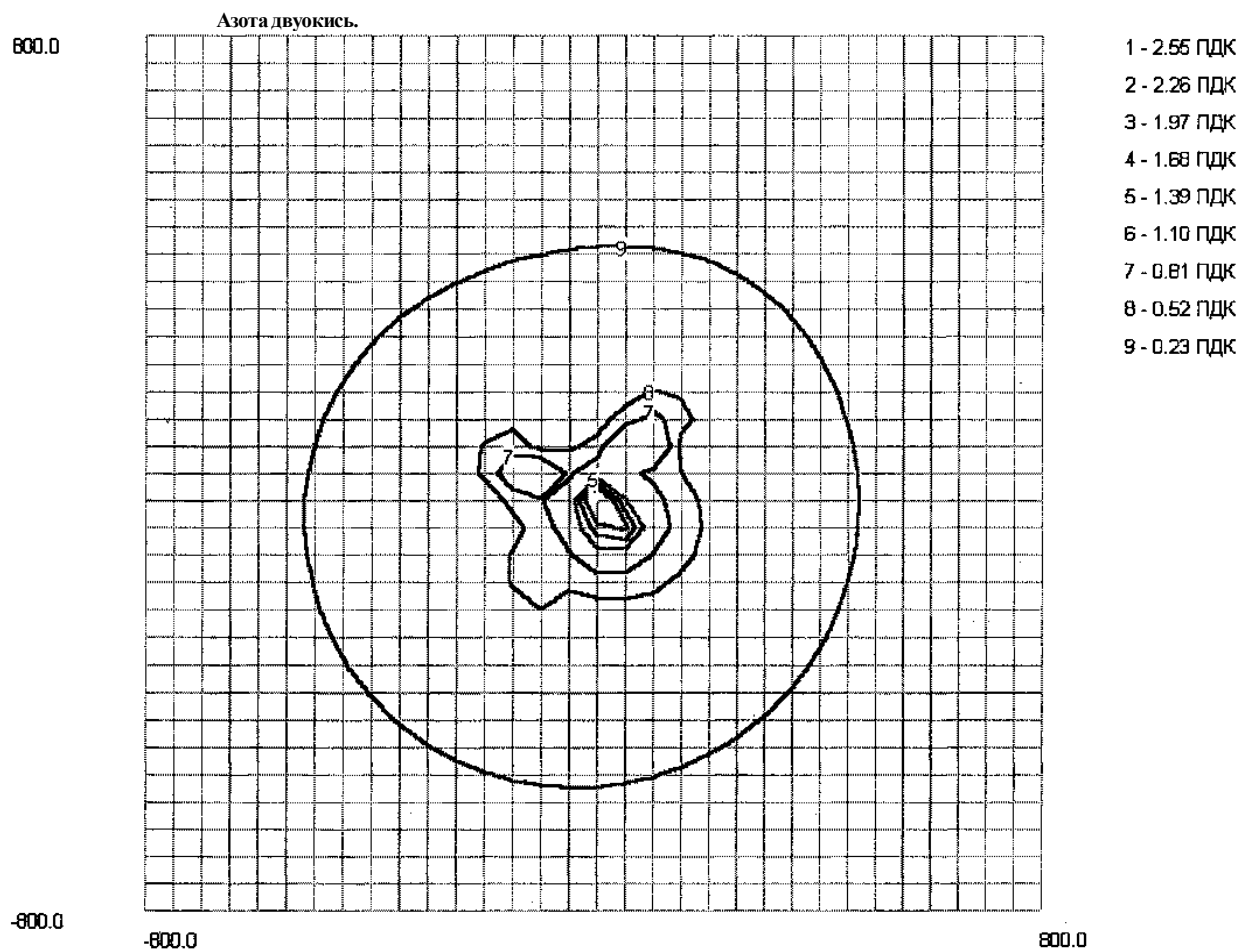


Рис.4 Поле максимальных приземных концентраций двуокиси азота

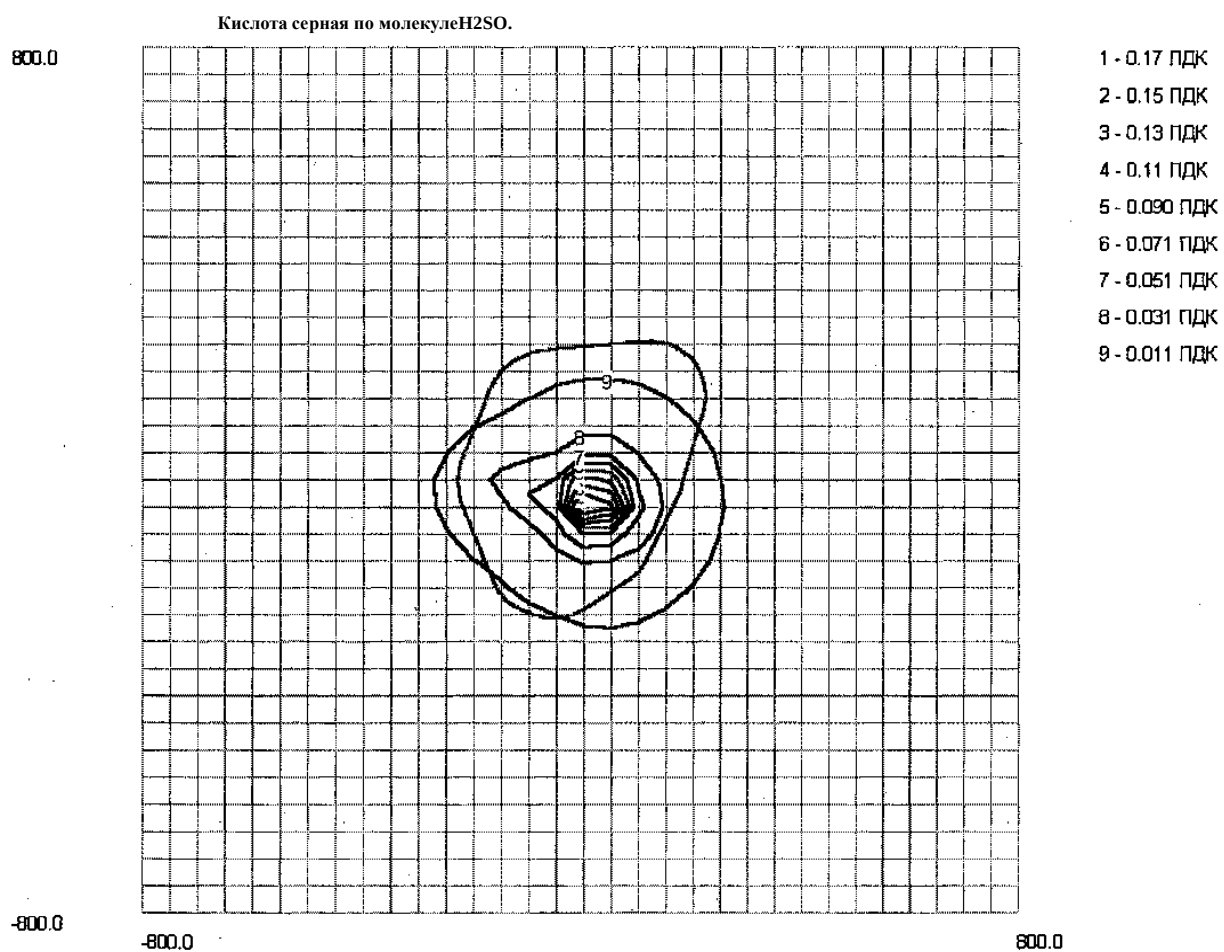


Рис.5 Поле максимальных приземных концентраций серчаной кислоты

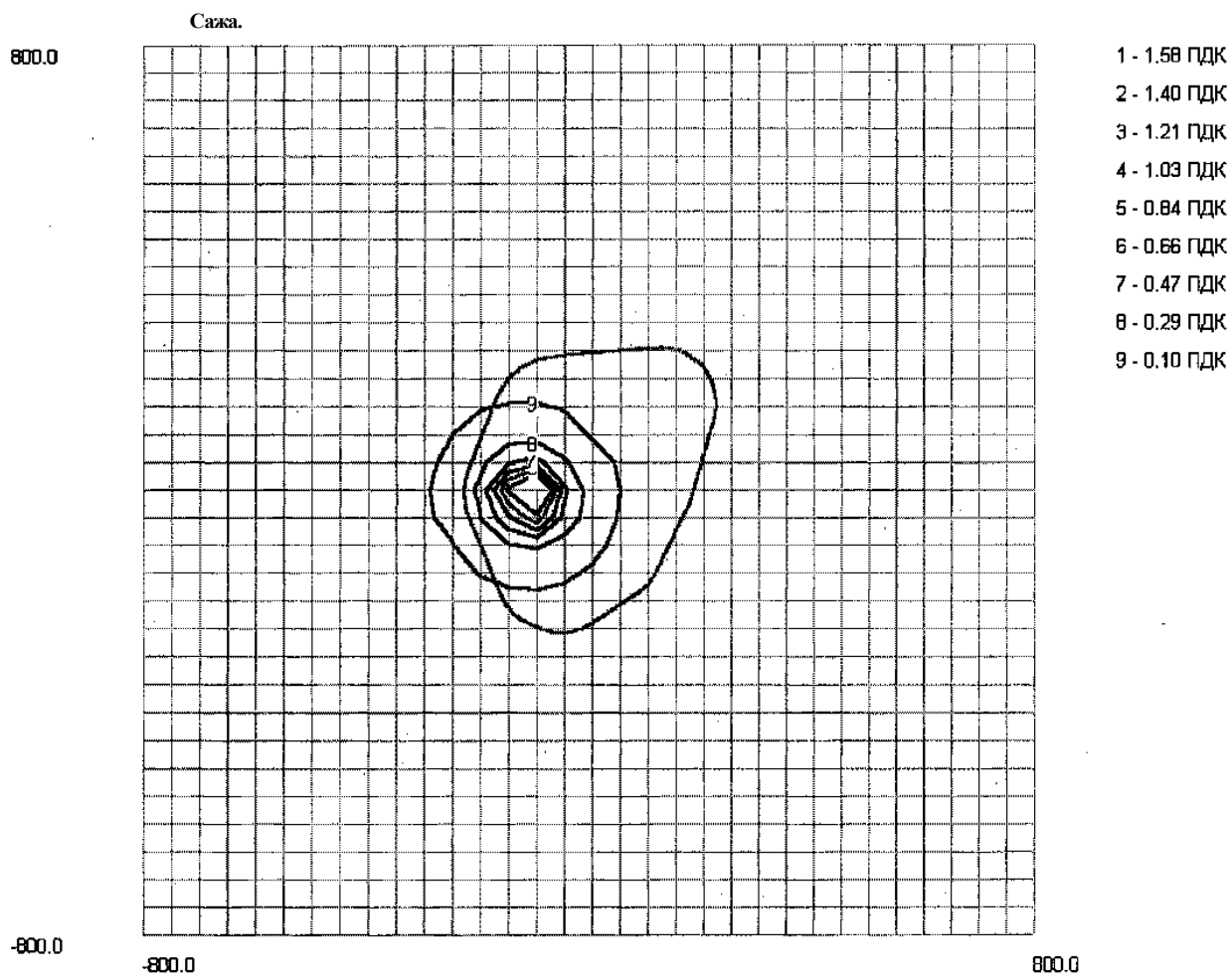


Рис.6 Поле максимальних приземних концентрацій сажи

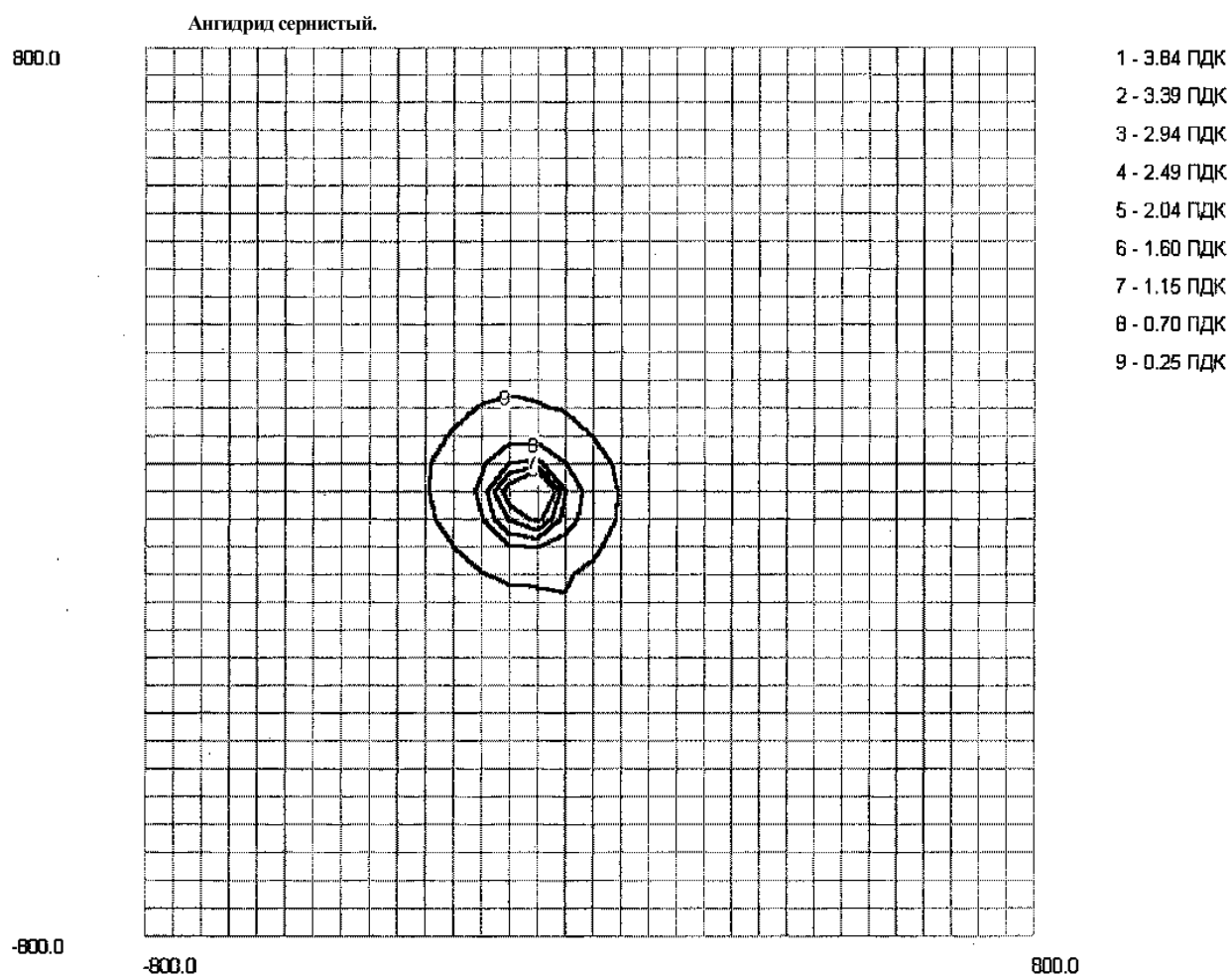


Рис.7 Поле максимальных приземных концентраций серчаного ангідриду

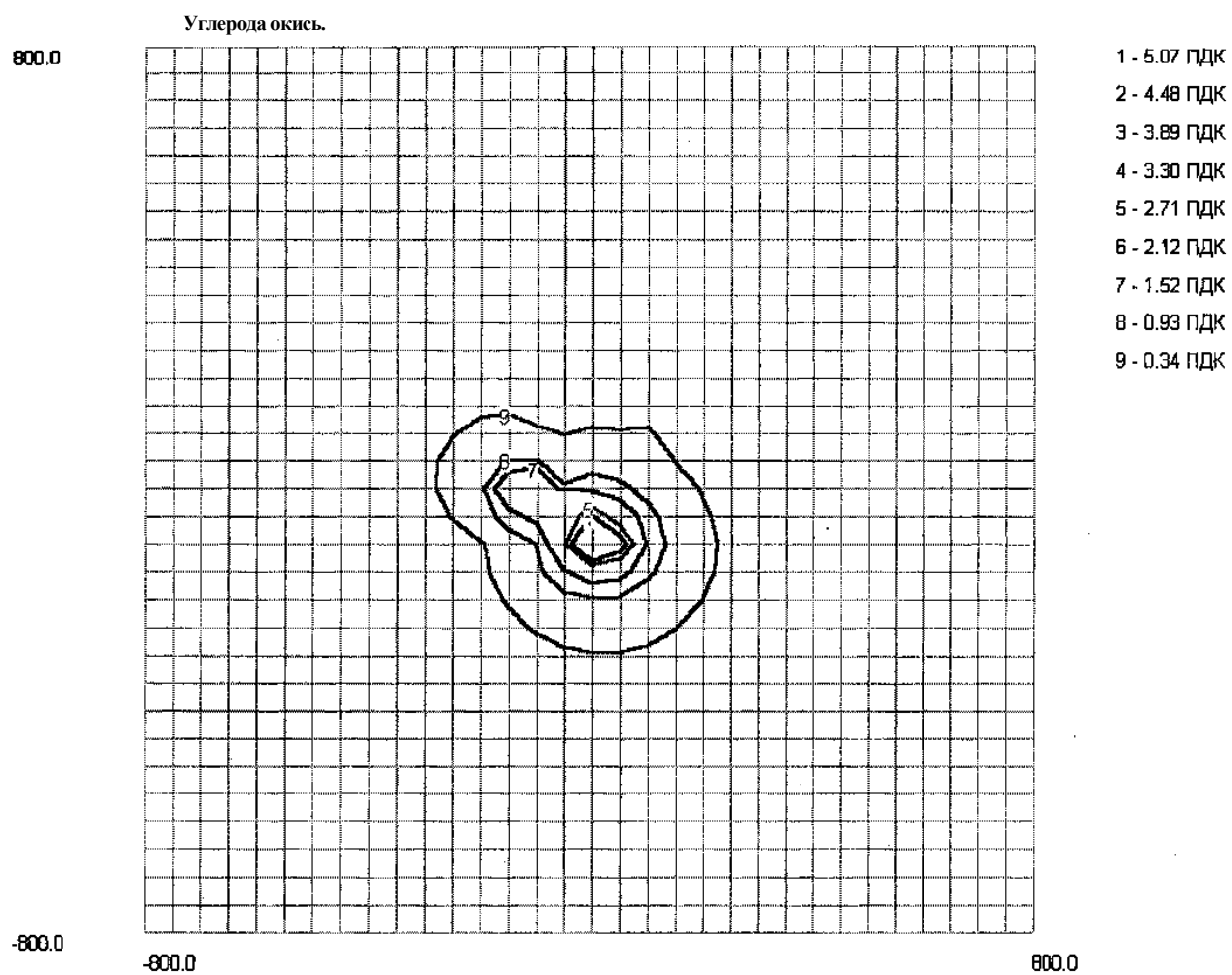


Рис.8 Поле максимальных приземных концентраций оксиду углерода

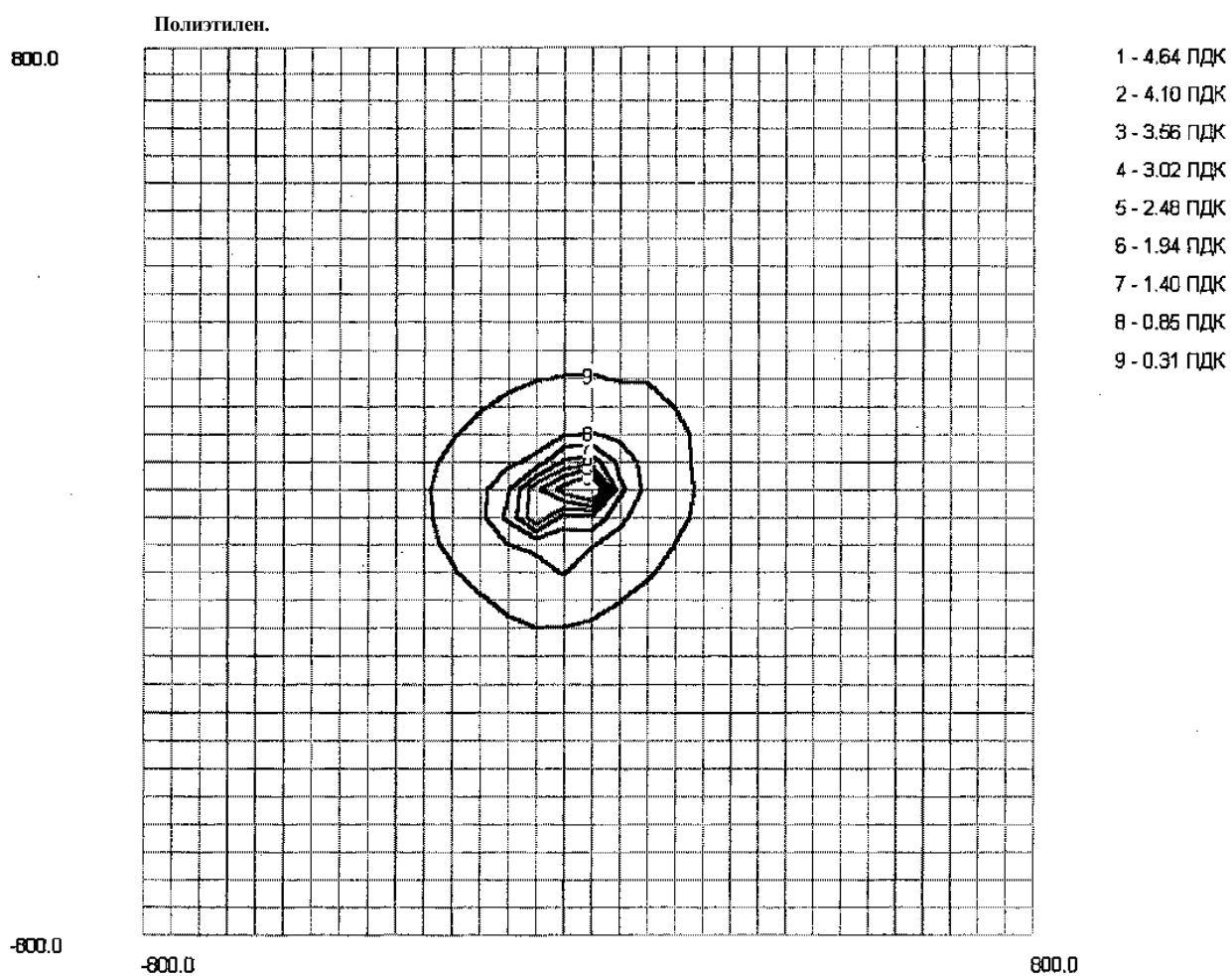


Рис.9 Поле максимальных приземных концентраций полиэтилену

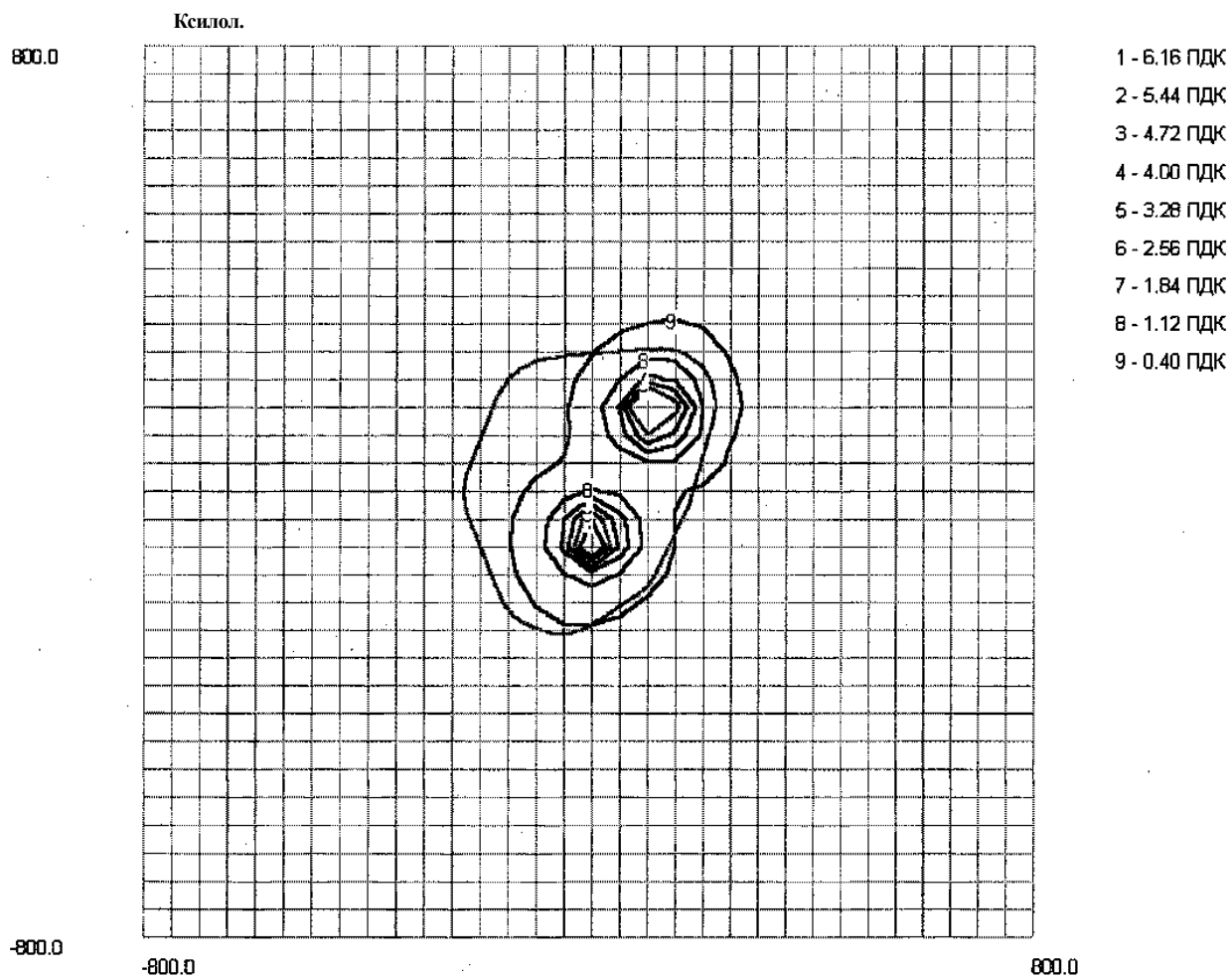


Рис.10 Поле максимальных приземных концентраций ксилолу

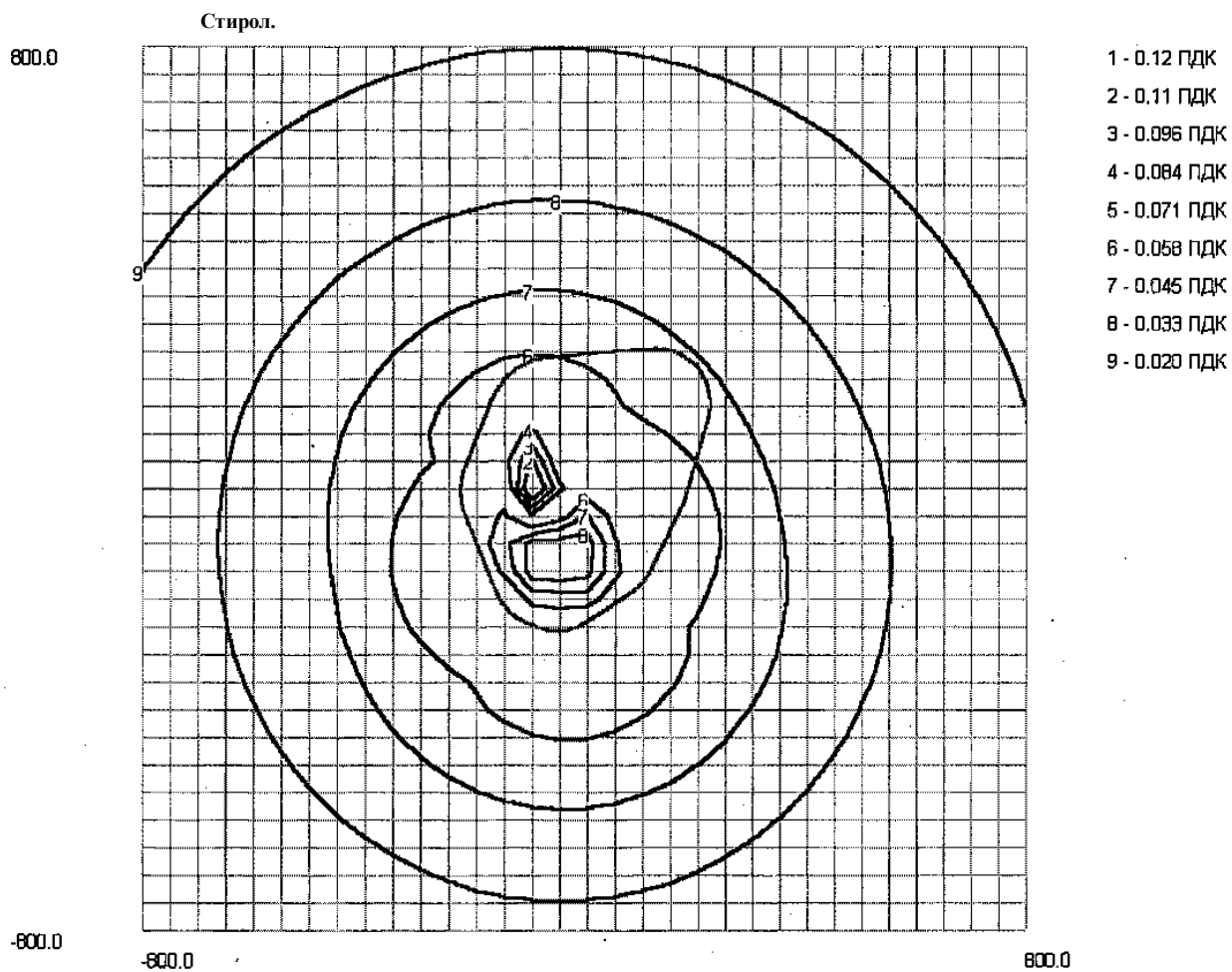


Рис.11 Поле максимальных приземных концентраций стирола

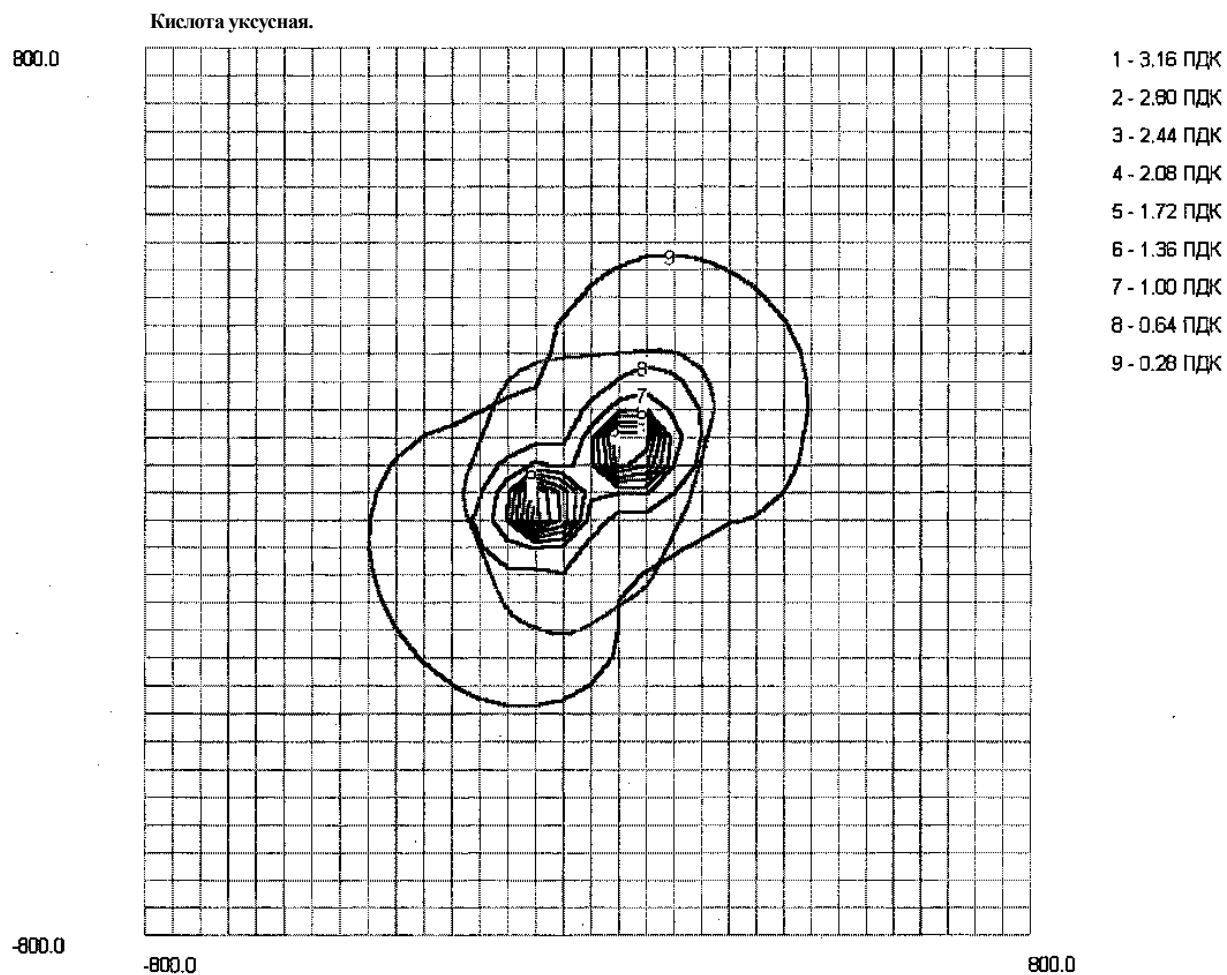


Рис.12 Поле максимальных приземных концентраций кислоты оцету

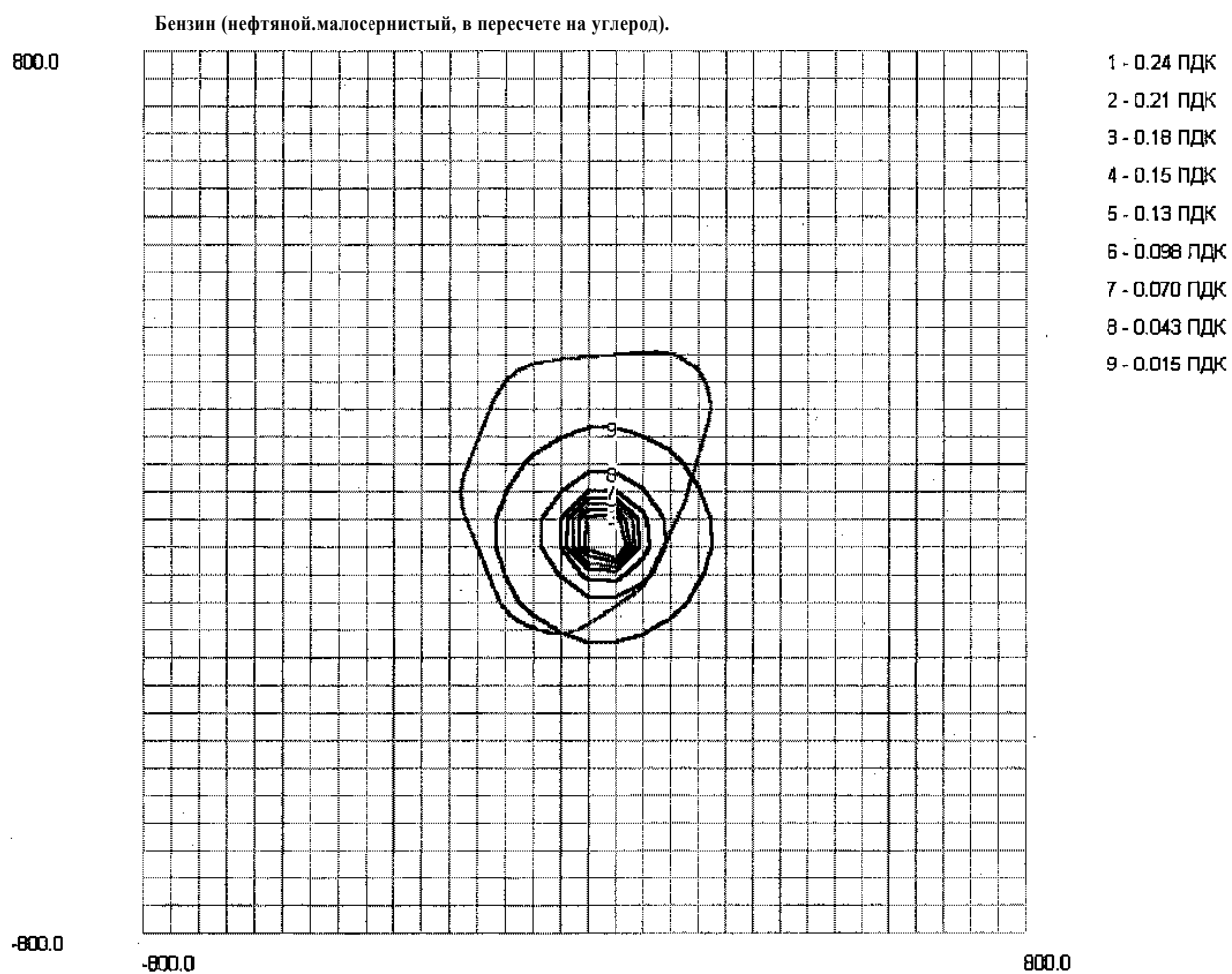


Рис.13 Поле максимальных приземных концентраций бензину

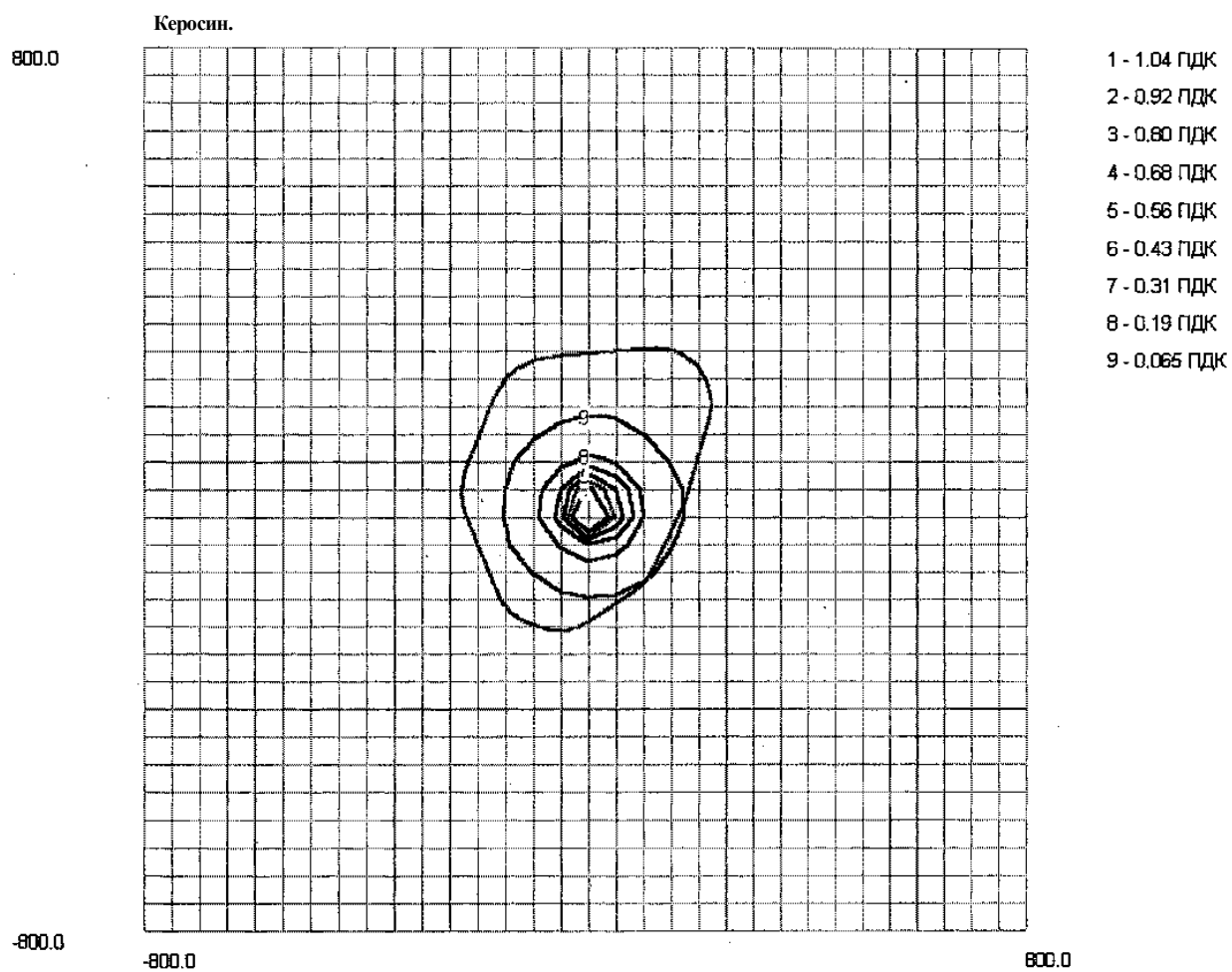


Рис.14 Поле максимальних приземних концентрацій керосину

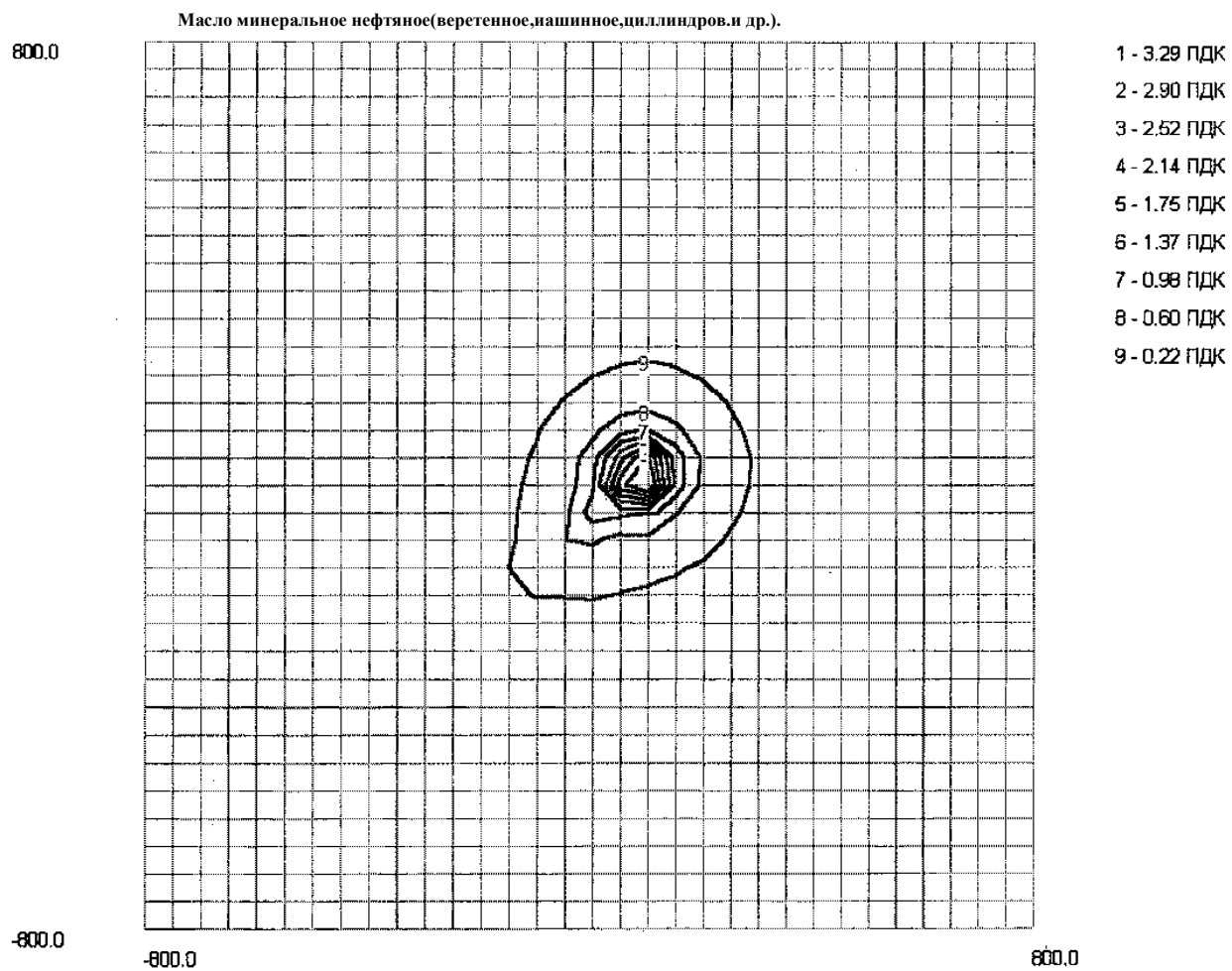


Рис.15 Поле максимальных приземных концентраций олиі мінеральної

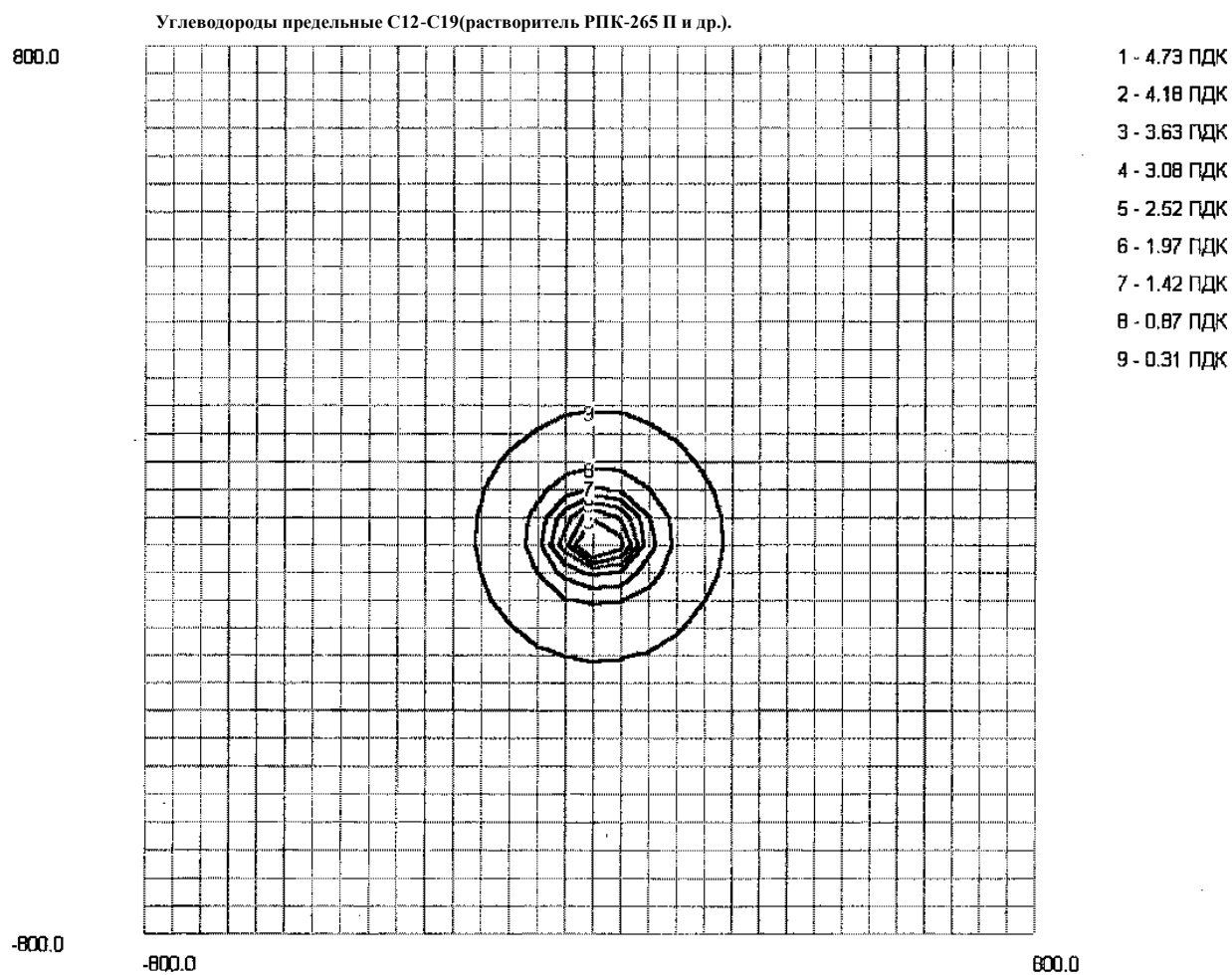


Рис.17 Поле максимальных приземных концентраций граничных углеводнв

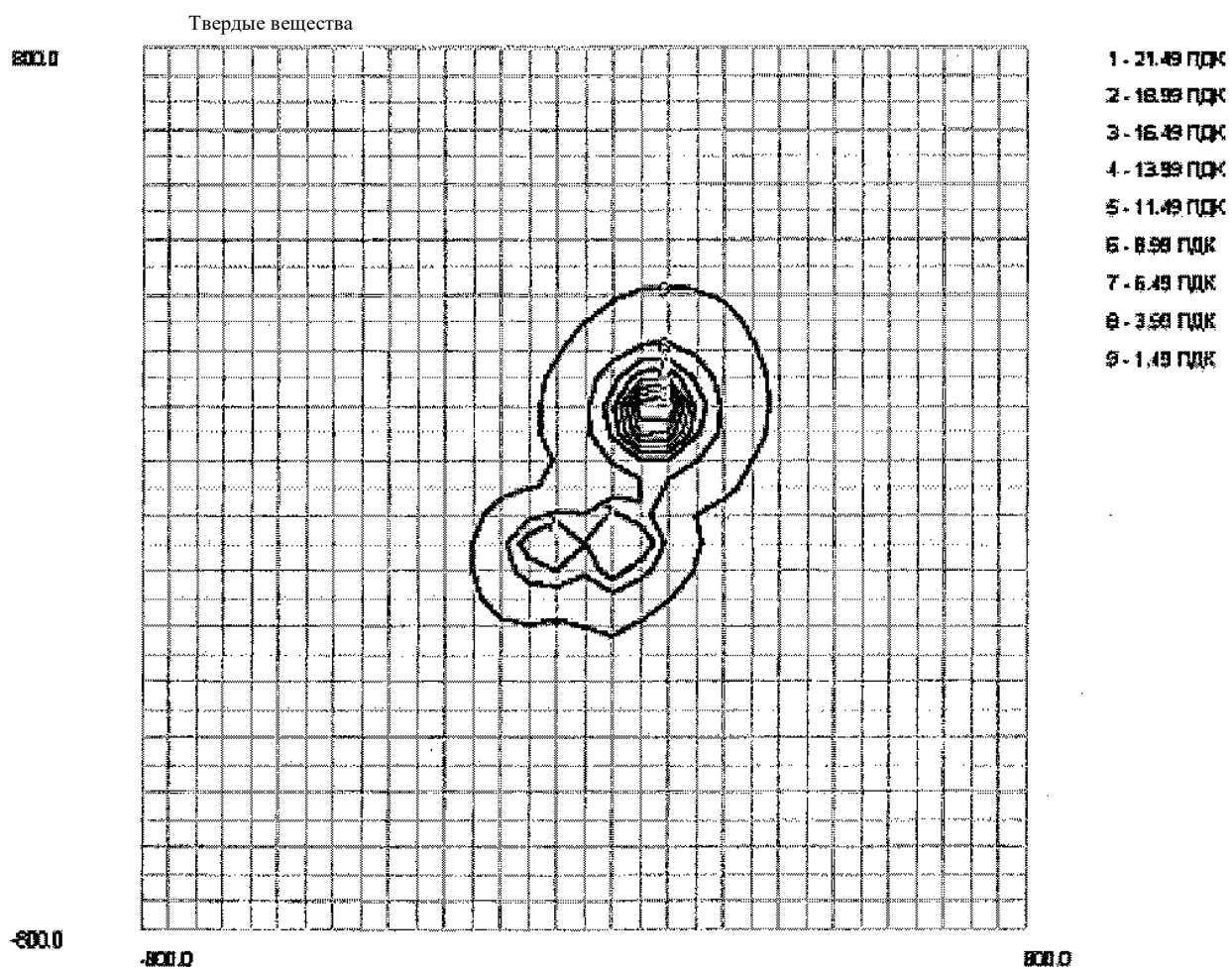


Рис.18 Поле максимальных приземных концентраций твердых речовин

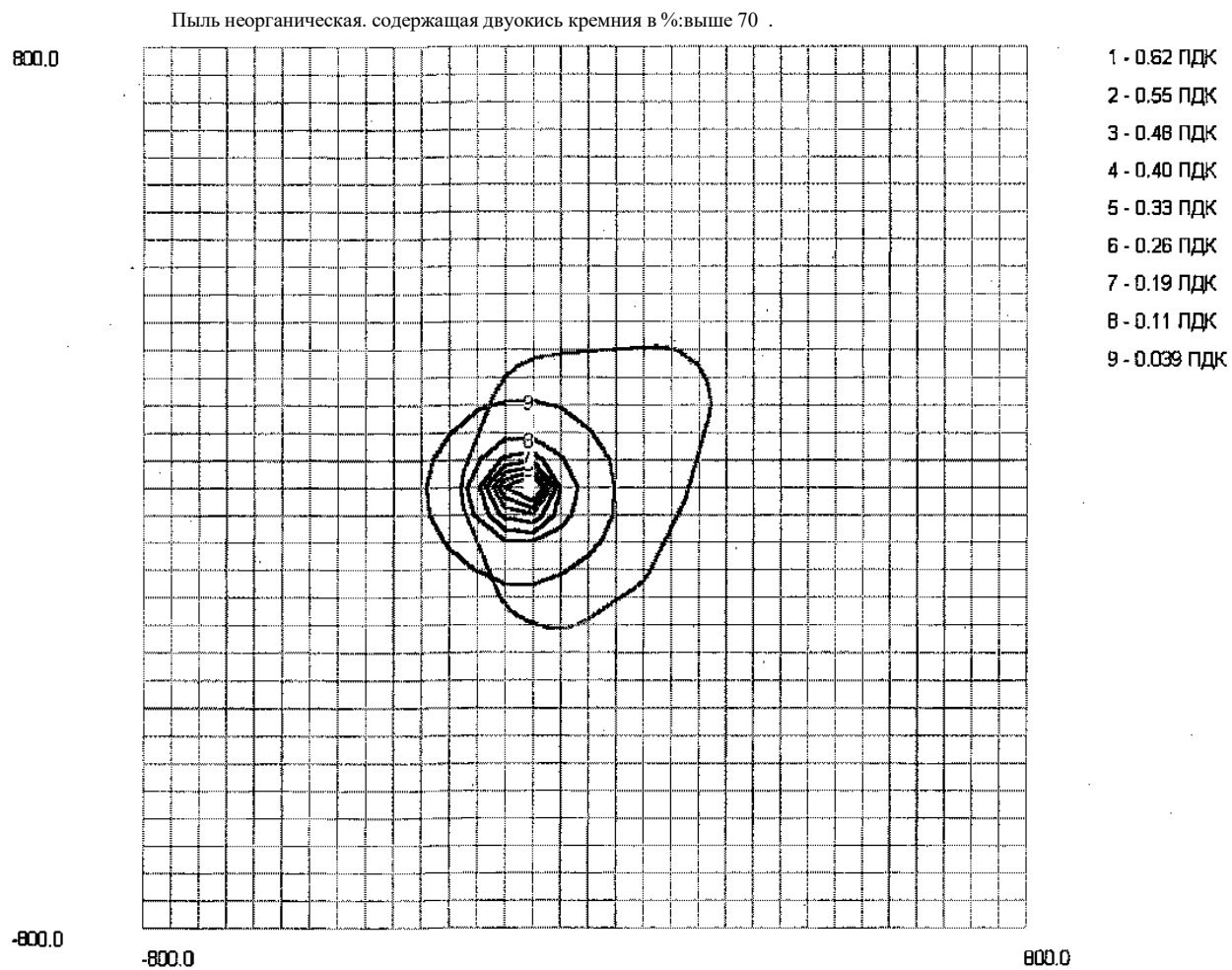


Рис.20 Поле максимальных приземных концентраций пыли неорганической, содержащей двуокись кремния выше 70%

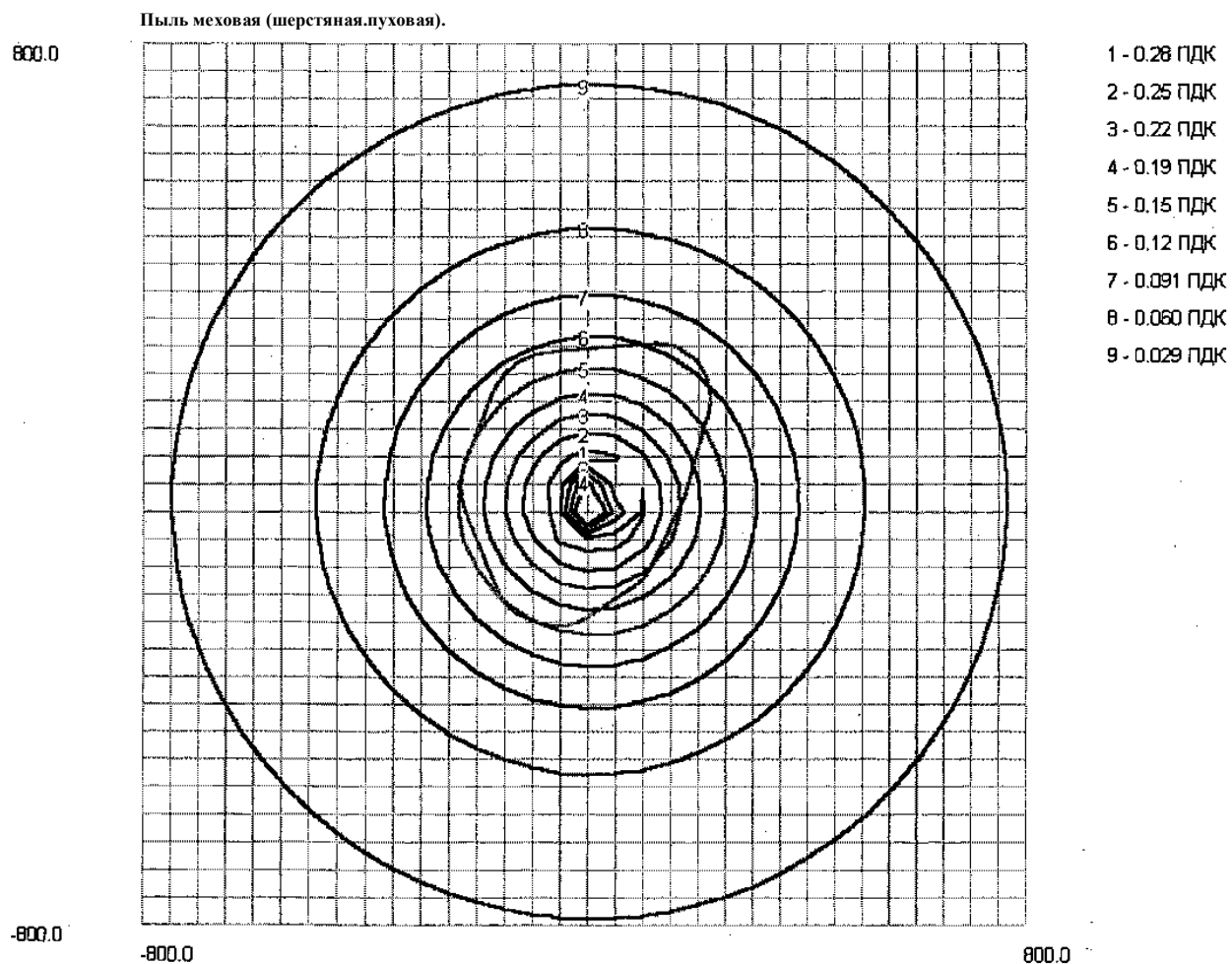


Рис.21 Поле максимальних приземних концентрацій пилу мехового .

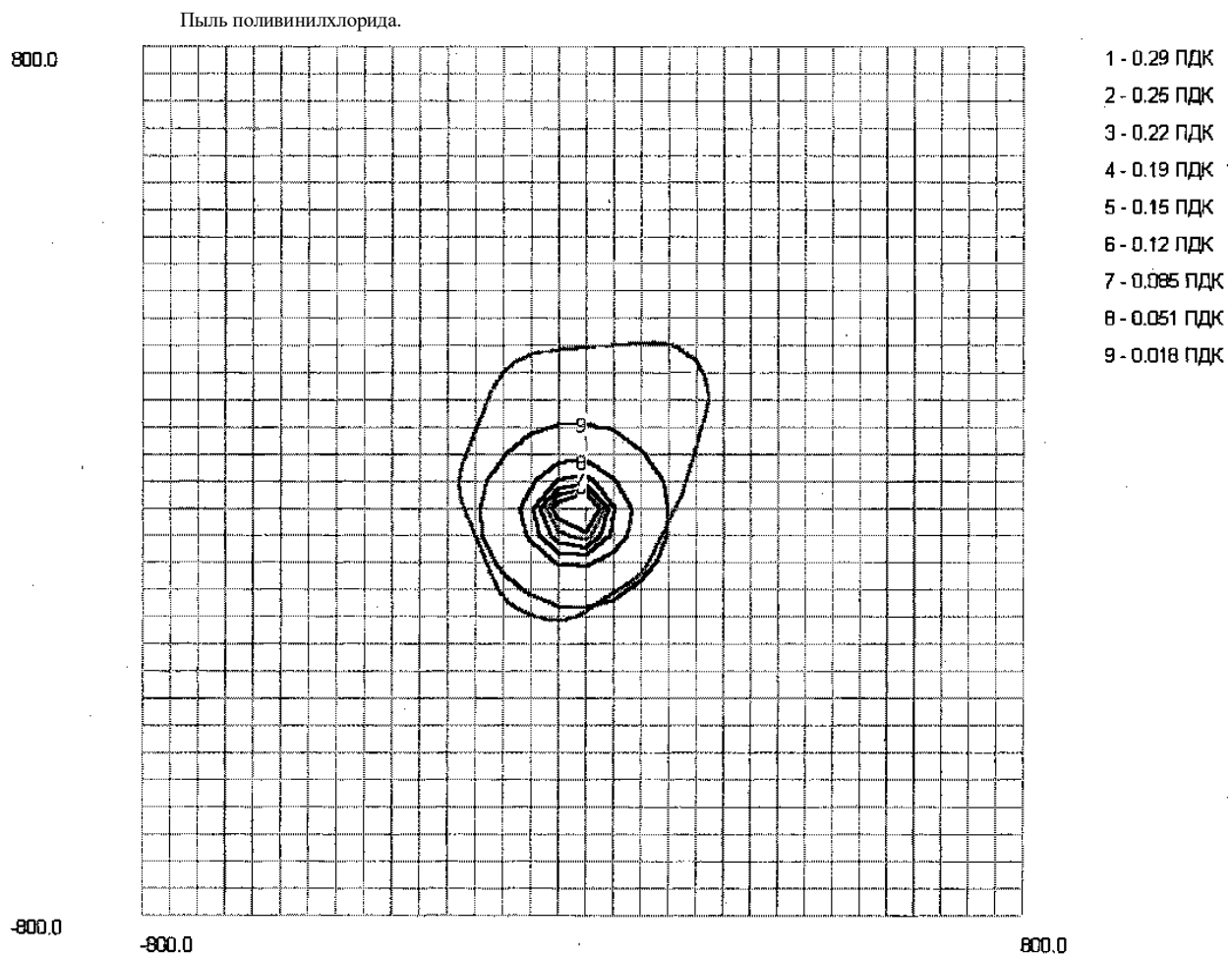


Рис.22 Поле максимальних приземних концентрацій пилу полівінілхлориду

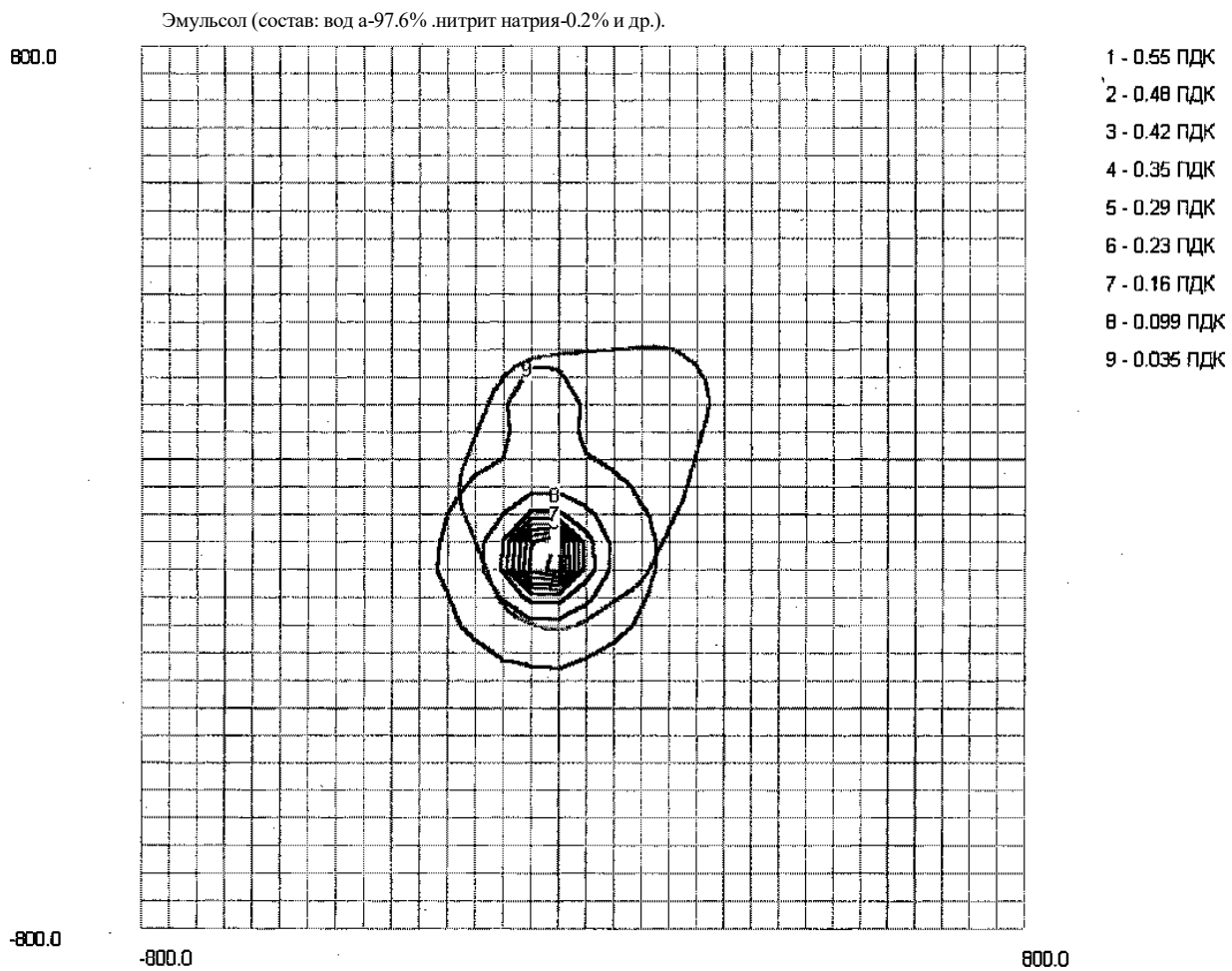


Рис.23 Поле максимальних приземних концентрацій емульсолу

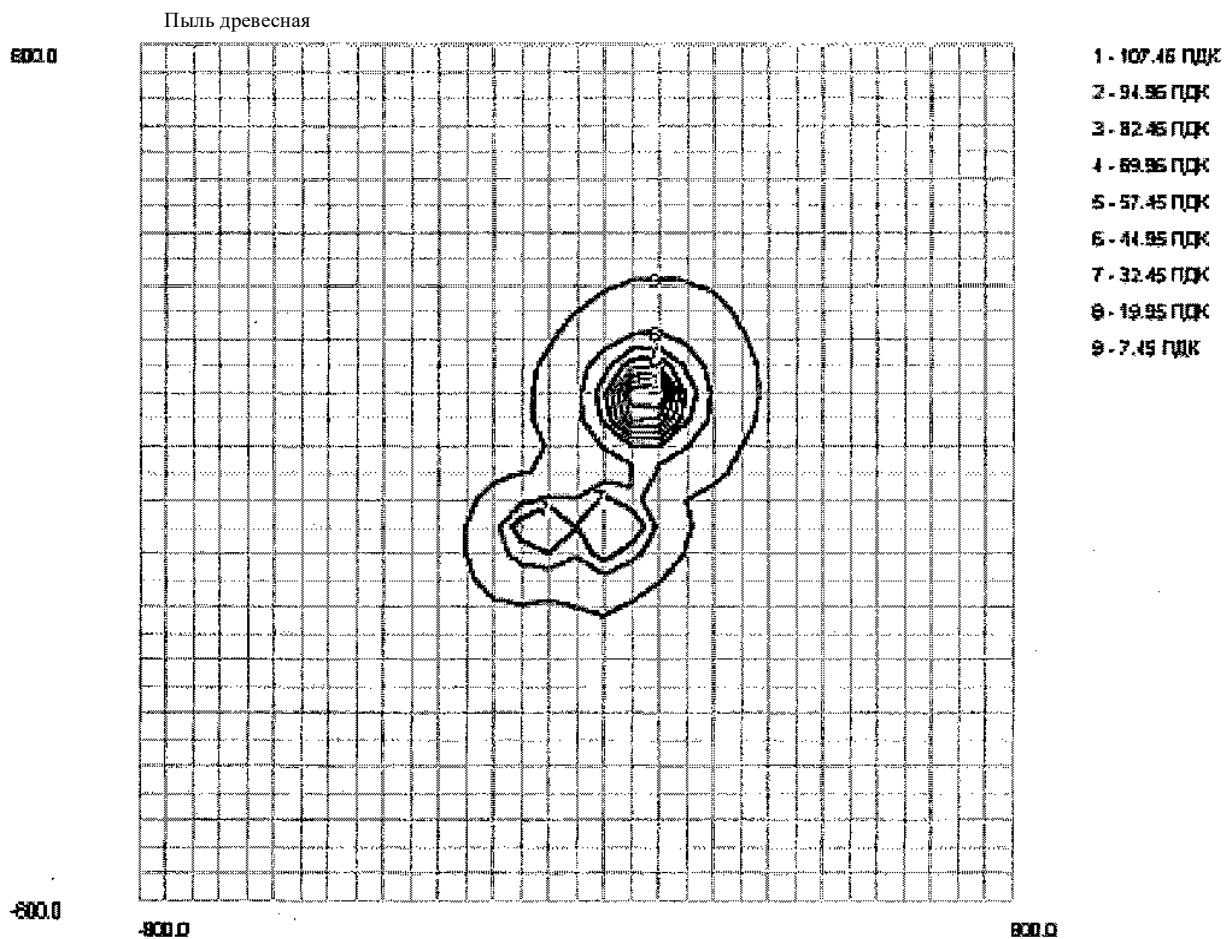


Рис.24 Поле максимальних приземних концентрацій пилу деревини

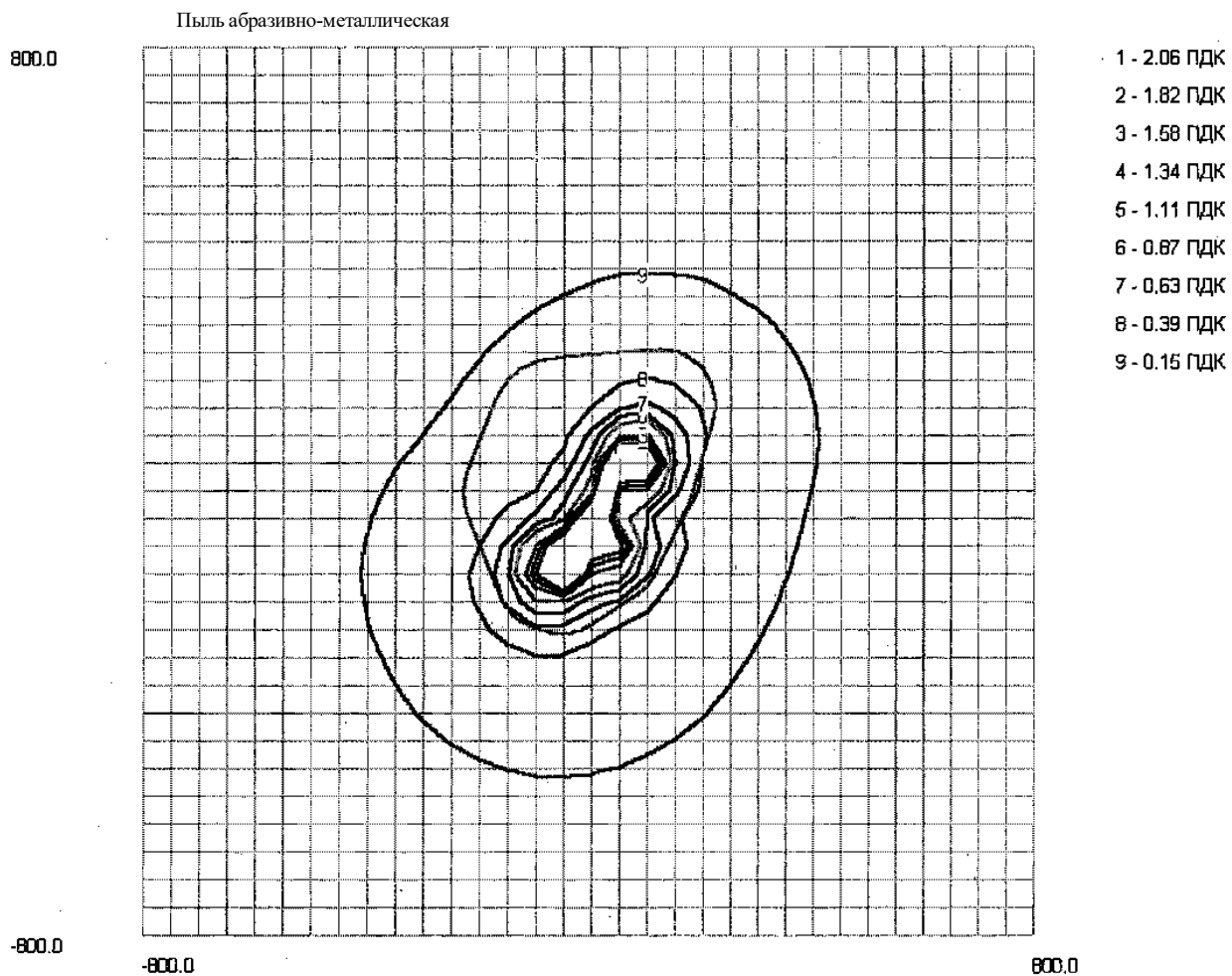


Рис.25 Поле максимальных приземных концентраций пыли абразивно-металлевого

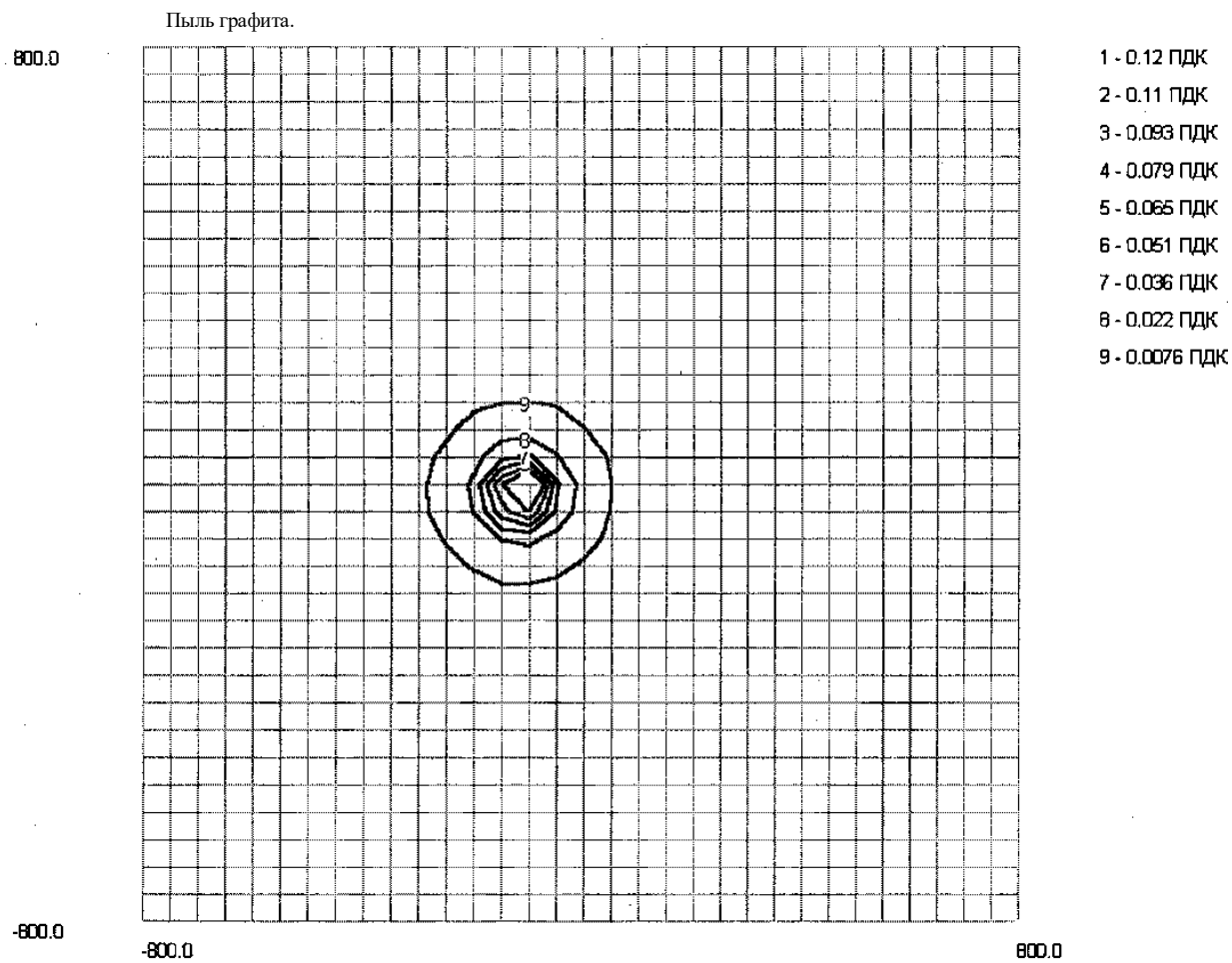


Рис.26 Поле максимальных приземных концентраций пыли графиту

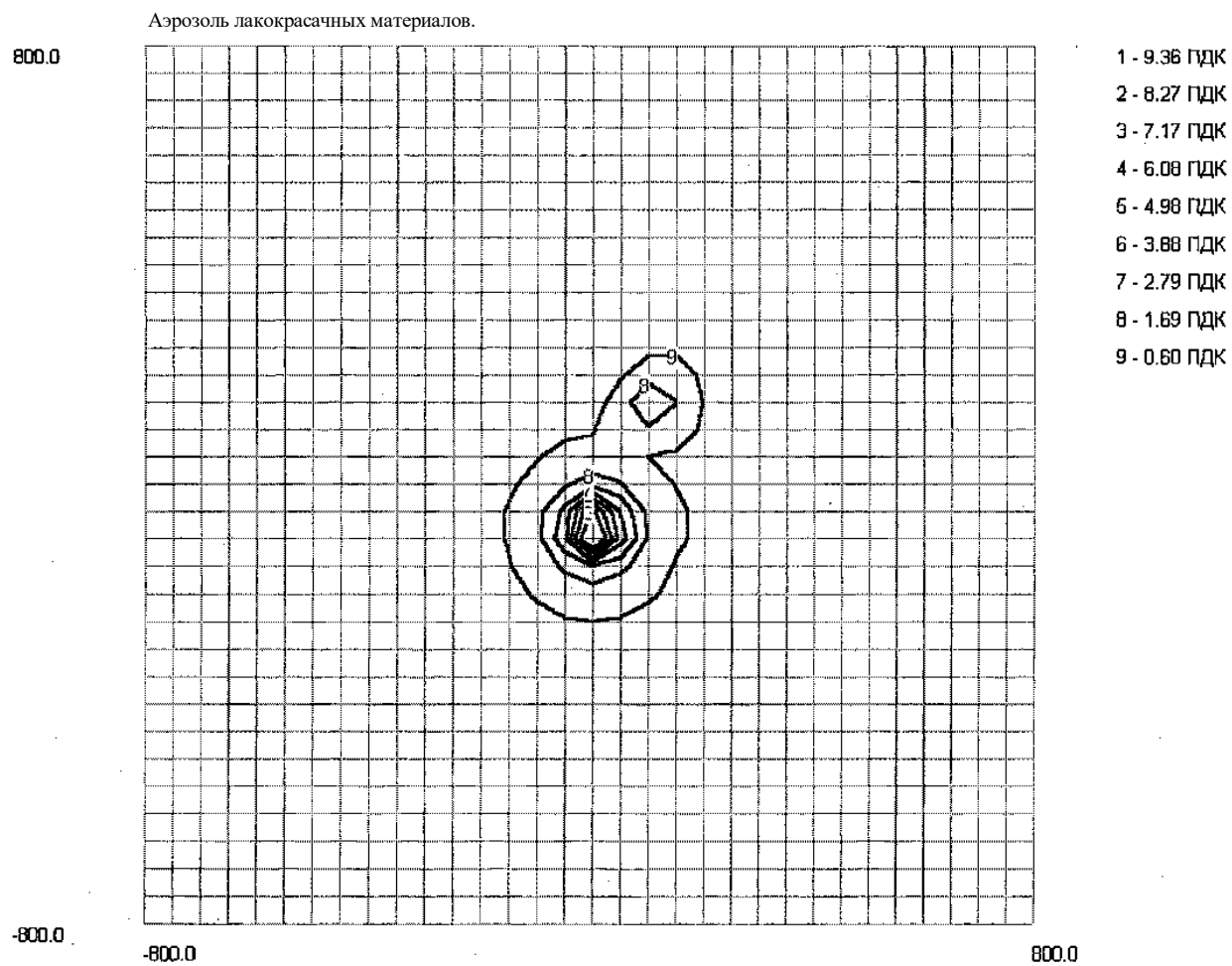


Рис.27 Поле максимальных приземных концентраций аэрозолю лакоарбних матеріалів

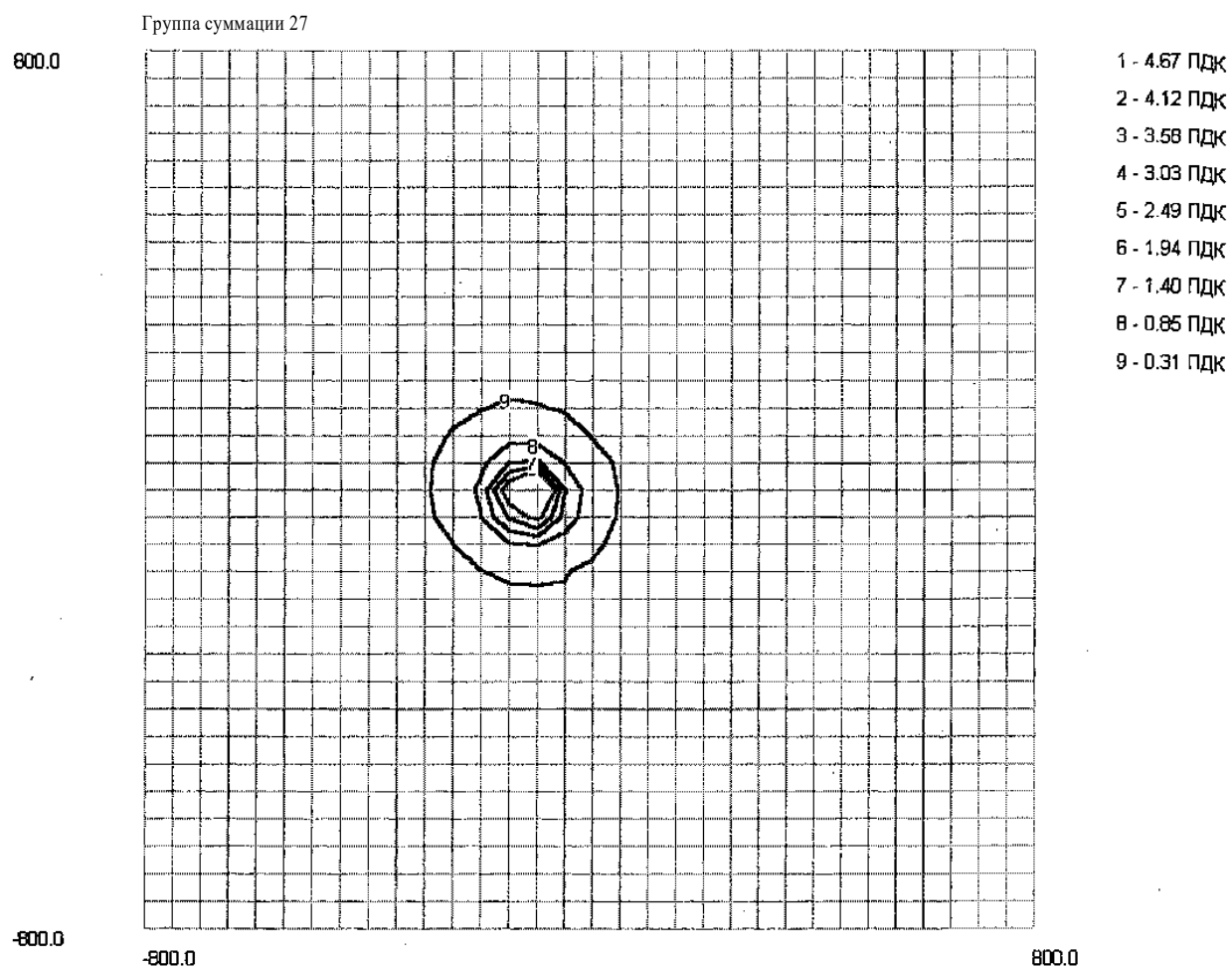


Рис.28 Поле максимальных приземных концентраций группы суммации 27

Рис.29 Поле максимальних приземних концентрацій групи сумачії 28



-800.0

-800.0

800.0

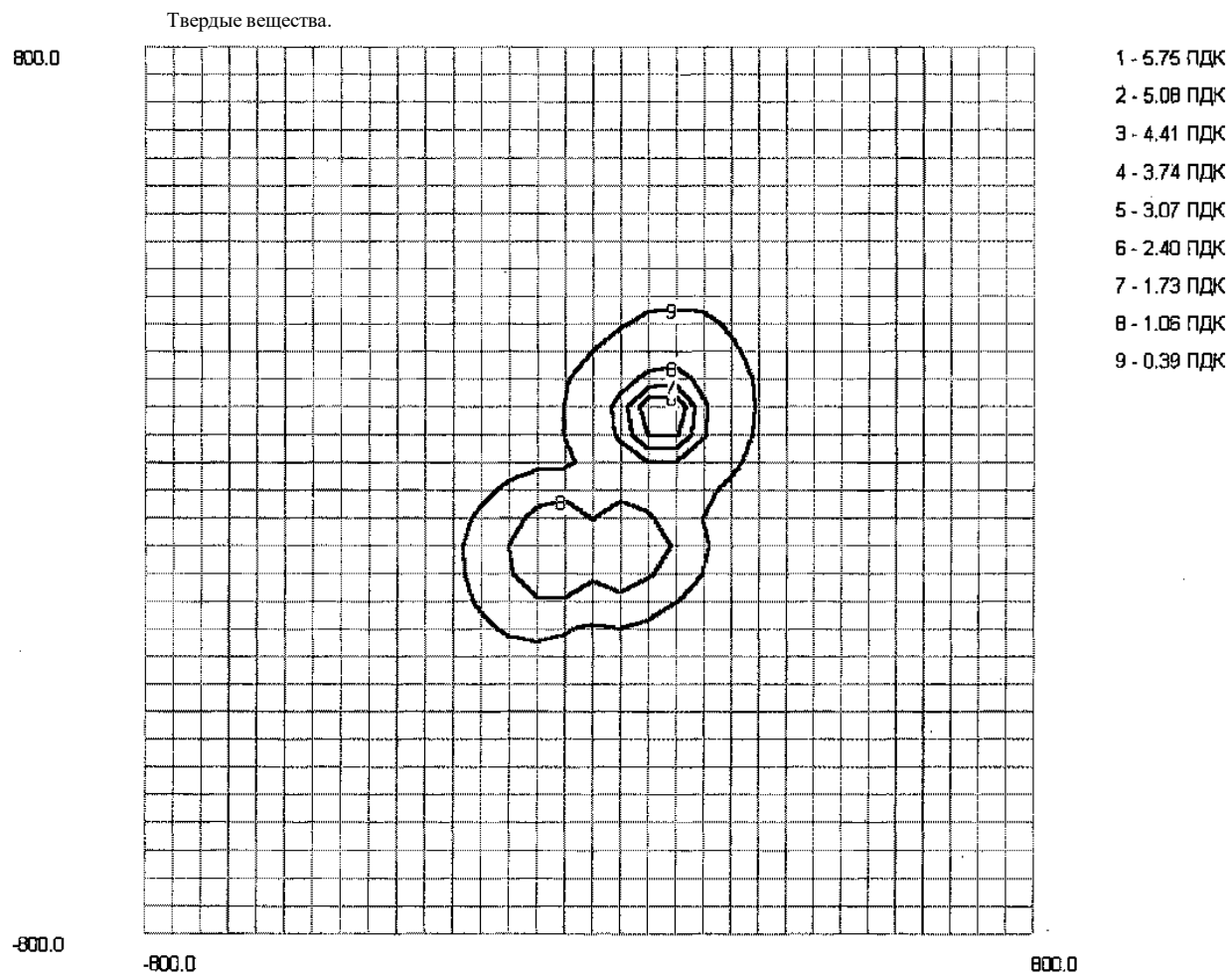


Рис.31 Поле максимальних приземних концентрацій твердих речовин

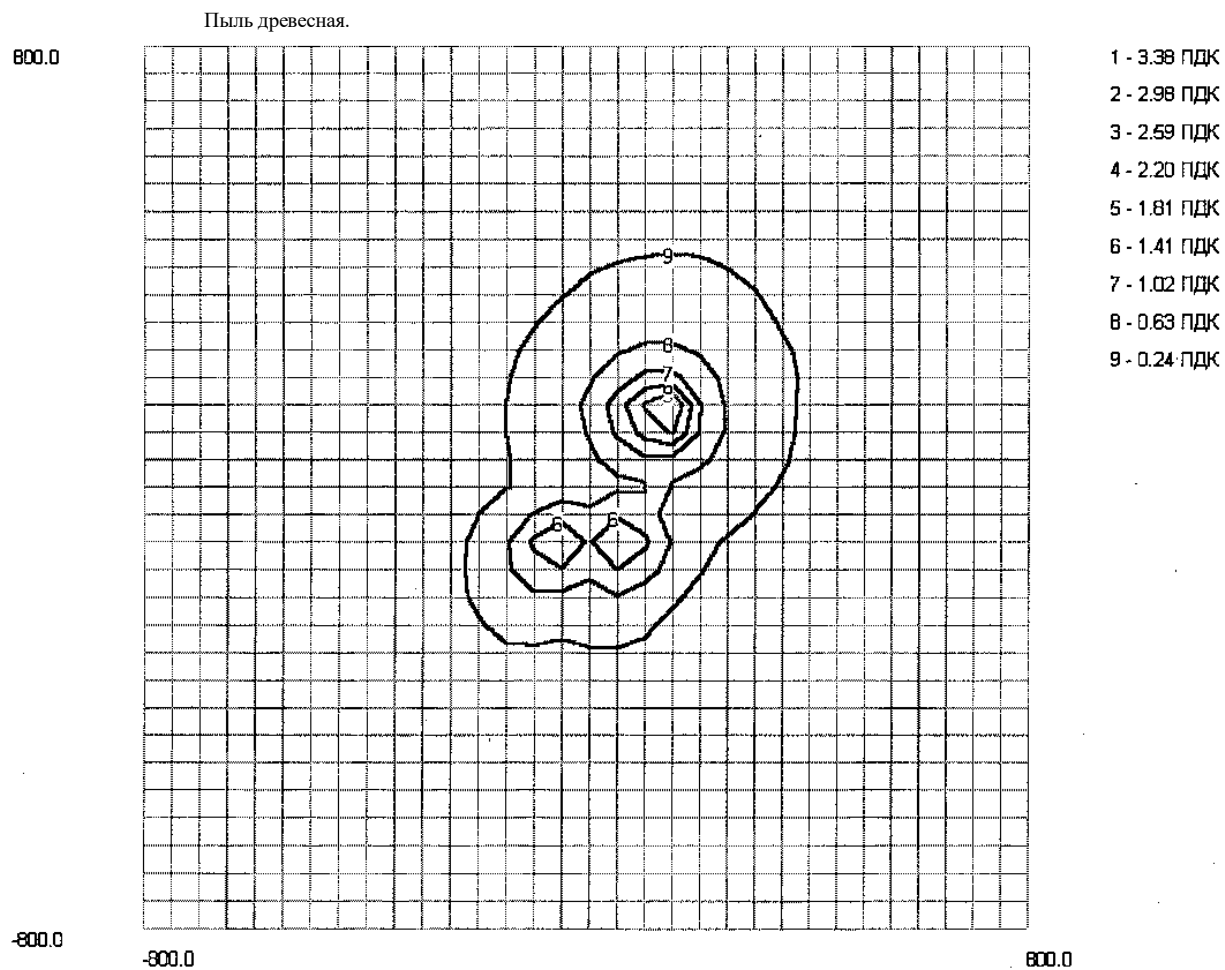


Рис.32 Поле максимальных приземных концентраций пыли древесины после
 впровадження природоохоронних заходів